



M 2014

# **AVALIAÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO MARIEE NO CENTRO HISTÓRICO DO PORTO**

**CASO DE ESTUDO DO EIXO MOUZINHO-FLORES**

**NUNO MIGUEL ANDRADE GUIMARÃES PIRES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA  
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM  
ENGENHARIA CIVIL

# **AVALIAÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO PELO MÉTODO MARIEE NO CENTRO HISTÓRICO DO PORTO – CASO DE ESTUDO DO EIXO MOUZINHO-FLORES**

**NUNO MIGUEL ANDRADE GUIMARÃES PIRES**

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de  
**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES**

---

Orientador: Professor Doutor Miguel Jorge Chichorro Gonçalves

---

Coorientador: Engenheiro André Gomes Ferreira Araújo Correia

JULHO DE 2014

## **MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2012/2013**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ [miec@fe.up.pt](mailto:miec@fe.up.pt)

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2012/2013 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

À minha Família

*Não basta conquistar a sabedoria, é preciso usá-la*

*Cícero*





## **AGRADECIMENTOS**

A seguinte secção serve para agradecer a todas as pessoas que me influenciaram e me ajudaram direta ou indiretamente durante o longo caminho que até aqui percorri e que me permitirá esboçar e caminhar os que estão para vir. Assim, gostaria de deixar a minha sincera e sentida gratidão:

- Ao Professor Miguel Chichorro Gonçalves, pela sua orientação, dedicação e interesse demonstrado durante toda a dissertação. Pelo apoio, disponibilidade e partilha de conhecimento essenciais para a realização da presente dissertação, deixo aqui o meu sincero obrigado!
- Ao André Correia e Jorge Pissarra, por realizarem as suas fantásticas dissertações e tornarem possível a elaboração da minha. Um agradecimento particular ao André, pela coorientação e pelo esforço que teve ao longo deste semestre em acompanhar o meu trabalho.
- À minha colega Ana Louçano, que por partilhar a mesma temática da presente dissertação, me acompanhou durante estes últimos meses. As inúmeras horas perdidas/ganhas a discutir as questões relacionadas com o tema foram fulcrais para ultrapassar todos os obstáculos com que me deparei.
- A todos os meus amigos que, de certa forma, influenciaram o resultado final da presente dissertação, ao acompanharem-me nestes longos e árduos anos. A eles, um obrigado por todos os momentos especiais vividos e por todo o apoio (in)condicional!
- À minha família, pelo constante apoio, carinho e preocupação neste difícil caminho, que sem eles seria impossível percorrer.
- Aos meus Pais e irmão, pela presença constante na minha vida, por me influenciarem a todos os níveis e por tornarem a minha vida tão!
- Por fim, e nunca menos importante, à minha Mãe, que estará sempre comigo no meu coração.

A todos, deixo-vos o meu obrigado!



## **RESUMO**

A problemática dos incêndios urbanos tem vindo a assolar as cidades e seus edifícios desde que se conhece a sua formação ao longo da história mundial . Não raras são as vezes em que somos confrontados com ocorrência de incêndios em edifício antigos nos centros urbanos, que facilmente se propagam, resultando assim em consideráveis prejuízos que colocam em risco não só o património histórico, cujos valores que encerram são altamente simbólicos para a identidade da própria cidade e da sua população, mas essencialmente a vida humana.

Como tal, torna-se não só necessário como também prioritário conhecer e perceber o risco de incêndio dos edifícios inseridos nos centros urbanos antigos, através de metodologias de avaliação de risco, que permitem a adoção de medidas preventivas com vista a mitigar e controlar os efeitos devastadores dos incêndios urbanos e proporcionar uma maior segurança contra incêndio nos edifícios.

Assim, a presente dissertação apresenta a aplicação de uma metodologia de análise de risco de incêndio de edifícios inseridos num centro urbano antigo. O método MARIEE (Método de Análise de Risco de Incêndio em Edifícios Existentes) tendo sido adotado para este trabalho, traduz um maior realismo e menor subjetividade à análise de risco, através da introdução de fenómenos físicos associados ao fogo e à combustão.

O estudo debruça-se sobre uma zona do Centro Histórico do Porto, o Eixo Mouzinho-Flores, devido à sua relevância urbana e cultural e à avultada quantidade de edifícios em estado de degradação avançado.

Numa primeira fase, o estudo desenrolou-se a partir da realização do levantamento e diagnóstico de todo o edificado presente na área de análise e, numa segunda fase, pela aplicação da metodologia adotada para a obtenção do valor de risco de incêndio dos edifícios. Além disso, foram feitas algumas propostas de medidas para implementação em futuras intervenções nos edifícios analisados, no sentido de alcançar valores de risco aceitáveis.

Finalmente, o trabalho culmina com a produção de um mapa de risco, de acordo com a classificação proposta aos vários escalões de valores de risco de incêndio. Pretende-se assim classificar edifícios novos e antigos quanto ao risco de incêndio e potenciar a reabilitação dos edifícios mais degradados, no sentido de prevenir a ocorrências de incêndios urbanos no futuro, bem como dotar os edifícios de boas condições de utilização e aumentar a qualidade de vida dos seus moradores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Incêndio, segurança, análise de risco, Gestão do Património Existente.



## **ABSTRACT**

The issue of urban fires have been ravaging the cities and their buildings since their formation throughout the world history. Often times we are faced with the occurrence of fires in old buildings in the urban centers, which can easily spread, thus resulting in substantial losses that jeopardize not only the historical heritage, whose values contained are highly symbolic for the identity of the city itself and its population, but essentially the human life.

As such, it is not only necessary but also a priority to know and to understand the fire hazard in buildings inserted in old urban centers, through risk assessment methodologies that enable the adoption of preventive measures to mitigate and to control the devastating effects of urban fires thus improving the fire safety in buildings to acceptance levels.

Therefore this thesis presents the application of a methodology for fire risk assessment in buildings inserted in an old urban center. The MARIEE method (note: Portuguese acronym for the phrase describing its purpose) that was adopted for this study reflects a more realistic and less subjectivity approach for the fire risk assessment, through the introduction of physical phenomena associated with fire and combustion.

The study focuses on an area of the historical center of Oporto, the Eixo Mouzinho-Flores, due to its urban and cultural relevance and the abundant amount of buildings in an advanced state of decay.

Initially, the study began with the survey and diagnosis of all the buildings inserted in area of study and in a second phase by applying the methodology adopted to obtain the value of fire hazard in buildings. Furthermore, the proposal of risk mitigation measures for future intervention in buildings in order to achieve acceptable risk values was made.

Finally, the work culminates with the production of a risk map in accordance with the proposed classification for various levels of fire hazard. The aim is to classify new and old buildings by the fire risk value and to enhance the rehabilitation of decayed buildings, in order to prevent the occurrence of urban fires in the future as well as to endow buildings with good service condition, thus improving the quality of life of its residents and the surrounding urban area.

**KEYWORDS:** Urban fire, safety, risk assessment, management of existing assets.



## ÍNDICE GERAL

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	i
<b>RESUMO</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1. Motivação .....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.3. Organização da tese .....	2
<b>2. ESTADO DA ARTE</b> .....	3
2.1. Introdução .....	3
2.2. Conceito de análise de risco .....	3
2.3. Métodos de análise de risco de incêndio .....	4
2.3.1. Introdução .....	4
2.3.2. Método de Gretener .....	5
2.3.3. Método ARICA .....	7
2.3.4. Método MARIEE&FEUP .....	10
<b>2.4. Método MARIEE</b> .....	11
2.4.1. Introdução .....	11
2.4.2. Princípio geral do método MARIEE .....	12
2.4.2.1. Fatores globais do método .....	12
2.4.2.2. Definição do risco de incêndio .....	12
2.4.3. Fator global Probabilidade de Ocorrência de Incêndio .....	14
2.4.3.1. Descrição geral do fator global probabilidade de ocorrência de incêndio (POI) <sub>CC</sub> .....	14
2.4.3.2. Descritores associados ao fator parcial caracterização da construção (POI) <sub>CC</sub> .....	15
2.4.3.3. Descritores associados ao fator parcial instalações de energia elétricas (POI) <sub>IEE</sub> ...	16
2.4.3.4. Descritores associados ao fator parcial instalações de aquecimento (POI) <sub>IA</sub> .....	16
2.4.3.5. Descritores associados ao fator parcial instalações de confeção de alimentos (POI) <sub>CONFA</sub> .....	17
2.4.3.6. Descritores associados ao fator parcial instalações de conservação de alimentos (POI) <sub>CONSA</sub> .....	18
2.4.3.7. Descritores associados ao fator parcial instalações de ventilação e condicionamento de ar (POI) <sub>IVCA</sub> .....	18
2.4.3.8. Descritores associados ao fator parcial instalações de líquidos e gases combustíveis (POI) <sub>LGC</sub> .....	19



2.4.2.9. Descritores associados ao fator parcial edifícios fronteiros ( $POI_{EF}$ ) .....	20
2.4.3.10. Descritores associados ao fator parcial edifícios adjacentes ( $POI_{EA}$ ).....	20
2.4.3.11. Descritores associados ao fator parcial procedimentos ou planos de prevenção ( $POI_{PPP}$ ) .....	21
2.4.3.12. Descritores associados ao fator parcial atividade ( $POI_{ATIV}$ ) .....	21
2.4.3.13. Conclusões relativas ao fator global POI.....	22
2.4.4. Fator Global Consequências Totais de Incêndio (CTI) .....	23
2.4.4.1 Descrição dos Fatores Parciais Associados do Fator Global, CTI.....	23
2.4.4.2. Descrição do fator parcial Consequências Parciais de Incêndio no Cenário de Incêndio, $CPI_{CI}$ .....	24
2.4.4.3. Descritores associados ao fator parcial Consequências Parciais de Incêndio no Cenário de Incêndio, $CPI_{CI}$ .....	25
2.4.4.3.1. Tempo de evacuação do cenário de incêndio .....	26
2.4.4.3.2. Valores atribuídos ao fator parcial $CPI_{CIP}$ .....	30
2.4.4.3.3. Sistema de controlo de fumo no Cenário de Incêndio .....	31
2.4.4.3.4. Valores atribuídos ao fator parcial $CPI_{CIF}$ .....	33
2.4.4.3.5. Valores atribuídos ao fator parcial $CPI_{CIMR}$ .....	34
2.4.4.4. Definição dos fatores parciais $CPI_{VHE}$ e $CPI_{VVE}$ .....	35
2.4.4.4.1. Definição dos valores atribuídos ao fator parcial $CPI_{VHEMR}$ .....	36
2.4.4.4.2. Definição dos valores atribuídos ao fator parcial $CPI_{VVEMR}$ .....	36
2.4.5. Fator Global Desenvolvimento e Propagação do Incêndio (DPI).....	38
2.4.5.1. Descrição geral do fator global desenvolvimento e propagação do incêndio (DPI)..	38
2.4.5.2. Descritores associados ao fator parcial resistência, estanquidade e isolamento dos cenários de incêndio e das vias verticais de evacuação ( $DPI_{REIC}$ ).....	38
2.4.5.3. Descritores associados ao fator parcial estanquidade e isolamento (EI) das paredes e portas do cenário de incêndio ( $DPI_{EI}$ ).....	39
2.4.5.3. Descritores associados ao fator parcial afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada ( $DPI_{AV}$ ) .....	39
2.4.5.4. Descritores associados ao fator parcial proteção das paredes exteriores ( $DPI_{PE}$ ) ...	40
2.4.5.5. Descritores associados ao fator parcial organização e gestão da segurança ( $DPI_{OGS}$ ) .....	41
2.4.5.6. Conclusões relativas ao fator global DPI .....	41
2.4.6. Fator global eficácia de socorro e combate ao incêndio (ESCI) .....	42
2.4.6.1. Descrição geral do fator global eficácia de socorro e combate ao incêndio (ESCI) .	42
2.4.6.2. Descritores associados ao fator parcial grau prontidão dos bombeiros ( $ESCI_{GP}$ ) ....	42
2.4.6.2. Descritores associados ao fator parcial vias de acesso ao edifício ( $ESCI_{AE}$ ) .....	43
2.4.6.3. Descritores associados ao fator parcial hidrantes exteriores ( $ESCI_{HE}$ ) .....	44

2.4.6.4. Descritores associados ao fator parcial extintores (ESCI <sub>EXT</sub> ).....	44
2.4.6.5. Descritores associados ao fator parcial associado à rede de incêndio armada (ESCI <sub>RIA</sub> ) .....	45
2.4.6.6. Descritores associados ao fator parcial corpo privado de bombeiros (ESCI <sub>CPB</sub> ) .....	46
2.4.6.7. Conclusões relativas ao fator global ESCI .....	46
<b>2.5. Enquadramento Legal .....</b>	<b>47</b>
2.5.1. Introdução.....	47
2.5.2. Decreto-Lei nº 220/2008, Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndios, RJ-SCIE [8] .....	47
2.5.2.1 Utilizações-Tipo (UT) .....	48
2.5.2.2. Locais de risco .....	48
2.5.2.3. Categorias de risco (CR).....	49
2.5.3. Portaria nº 1532/2008 (regulamento técnico da scie, rt-scie), [7].....	49
2.5.3.1. Condições exteriores .....	49
2.5.3.2. Comportamento ao fogo, isolamento e proteção .....	49
2.5.3.3. Condições de evacuação .....	50
2.5.3.4. Instalações técnicas.....	50
2.5.3.5. Equipamentos e sistemas de segurança.....	50
2.5.3.6. Organização e gestão da segurança.....	51
2.6. Conclusão do capítulo.....	51
<b>3. CENTRO HISTÓRICO DO PORTO – CARACTERIZAÇÃO DO EDIFICADO .....</b>	<b>53</b>
3.1. Introdução .....	53
3.2. Situação atual do CHP.....	53
3.3. Caracterização construtiva do edificado no CHP .....	54
3.3.1. Introdução.....	54
3.3.2. Evolução das tecnologias construtivas em Portugal.....	54
3.3.2.1. Paredes exteriores e interiores .....	57
3.3.2.2. Paredes da caixa de escadas e escadas interiores.....	58
3.3.2.3. Pavimentos e tetos.....	59
3.3.2.4. Coberturas .....	60
3.3.2.5. Trapeira, Claraboia e Chaminé .....	61
3.3.2.6. Instalações técnicas.....	62
3.3.3. Caracterização da casa burguesa da cidade do Porto .....	63

<b>4. ÁREA DE ANÁLISE – APRESENTAÇÃO, ENQUADRAMENTO E DIAGNÓSTICO</b>	67
4.1. Introdução	67
4.2. Apresentação da área de análise	67
4.2.1. Introdução	67
4.2.2. Eixo Mouzinho-Flores	67
4.3. Levantamento e recolha de dados	71
4.3.1. Introdução	71
4.3.2. Fontes e meios utilizados	71
4.3.2.1. Introdução	71
4.3.2.2. SRU-Porto Vivo	71
4.3.2.3. Caso de estudo realizado por Ana Costa (2013)	76
4.3.2.4. Visitas aos locais	78
4.4. Diagnóstico da área de análise	79
4.4.1. Introdução	79
4.4.2. Estado de conservação	80
4.4.3. Condições de segurança	82
4.4.4. Condições de salubridade	83
4.4.5. Utilização-tipo condicionante e respetiva categoria de risco	83
4.4.6. Combate ao incêndio e hidrantes exteriores	85
<b>5. ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO DA ÁREA DE ANÁLISE PELO MÉTODO MARIEE – CARTA DE RISCO DE INCÊNDIO</b>	88
5.1. Introdução	88
5.1.1. Considerações Iniciais	88
5.1.2. Seleção dos edifícios para a aplicação do método MARIEE	89
5.2. Análise do edifício 1 – habitacional e reabilitado recentemente	89
5.2.1. Descrição geral do edifício	89
5.2.2. Fatores parciais associados ao fator global probabilidade de ocorrência de incêndio(POI)	92
5.2.2.1. Caracterização da Construção (POI <sub>CC</sub> )	92
5.2.2.2. Instalações de energia elétrica (POI <sub>IEE</sub> )	92
5.2.2.3. Instalações de aquecimento (POI <sub>IA</sub> )	93
5.2.2.4. Instalações de confeção de alimentos (POI <sub>ICONFA</sub> )	94
5.2.2.5. Instalações de conservação de alimentos (POI <sub>CONSA</sub> )	94

5.2.2.6. Instalações de ventilação e condicionamento de ar ( $POI_{VCA}$ ) .....	95
5.2.2.7. Instalações de líquidos e gases combustíveis ( $POI_{LGC}$ ) .....	95
5.2.2.8. Edifícios fronteiros ( $POI_{EF}$ ) .....	96
5.2.2.9. Edifícios adjacentes ( $POI_{EA}$ ) .....	97
5.2.2.10. Procedimentos ou planos de prevenção ( $POI_{PPP}$ ) .....	97
5.2.2.11. Atividade ( $POI_{ATIV}$ ) .....	98
5.2.2.12. Fator Global Probabilidade de Ocorrência de Incêndio ( $POI$ ) .....	98
5.2.3. Fatores parciais associados ao fator global consequências totais de incêndio ( $CTI$ )..	99
5.2.3.1. Consequências parciais de incêndio devido à potência calorífica libertada no cenário de incêndio ( $CPI_{CIP}$ ) .....	99
5.2.3.2. Consequências parciais de incêndio devido ao fumo produzido no cenário de incêndio ( $CPI_{CIF}$ ) .....	99
5.2.3.3. Consequências parciais de incêndio devido aos materiais de revestimento no cenário de incêndio ( $CPI_{CIMR}$ ) .....	100
5.2.3.4. Fator parcial consequências parciais de incêndio no cenário de incêndio ( $CPI_{CI}$ ) .	101
5.2.3.5. Fator parcial consequências parciais de incêndio nas vias horizontais de evacuação ( $CPI_{VHE}$ ) .....	101
5.2.3.6. Consequências parciais de incêndio devido ao fumo presente nas vias verticais de evacuação ( $CPI_{VVEF}$ ) .....	101
5.2.3.7. Consequências parciais de incêndio devido aos materiais de revestimento das vias verticais de evacuação ( $CPI_{VVEMR}$ ) .....	102
5.2.3.8 Fator parcial consequências parciais de incêndio nas vias verticais de evacuação ( $CPI_{VVE}$ ) .....	103
5.2.3.9. Fator Global Consequências Totais de Incêndio ( $CTI$ ) .....	103
5.2.4. Fatores parciais associados ao fator global desenvolvimentos e propagação de incêndio( $DPI$ ).....	103
5.2.4.1. Resistência, estanquidade e isolamento REI do cenário de incêndio e das vias de evacuação ( $DPI_{REIC}$ ).....	103
5.2.4.2. Estanquidade e isolamento EI das paredes e portas do cenário de incêndio ( $DPI_{EI}$ ) .....	104
5.2.4.3. Afastamento entre vãos exteriores ( $DPI_{AV}$ ).....	104
5.2.4.5. Organização e gestão da segurança ( $DPI_{OGS}$ ) .....	105
5.2.4.6. Fator Global Desenvolvimento e Propagação de Incêndio ( $DPI$ ).....	106
5.2.5. Fatores parciais associados ao fator global eficácia e socorro no combate ao incêndio( $ESCI$ ).....	106
5.2.5.1. Grau de prontidão dos bombeiros ( $ESCI_{GP}$ ) .....	106
5.2.5.2. Vias de acesso ao edifício ( $ESCI_{AE}$ ) .....	107
5.2.5.3. Hidrantes exteriores ( $ESCI_{HE}$ ) .....	107

5.2.5.4. Extintores ( $ESCI_{EXT}$ ) .....	108
5.2.5.5. Redes de incêndio armadas ( $ESCI_{RIA}$ ) .....	108
5.2.5.6. Corpo privado de bombeiros ( $ESCI_{CPB}$ ) .....	109
5.2.5.7. Fator Global Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio ( $ESCI$ ) .....	109
5.2.6. Risco de Incêndio ( $RI$ ) .....	110
<b>5.3. Análise do edifício 2 – habitacional em mau estado de conservação</b> .....	<b>111</b>
5.3.1. Descrição geral do edifício .....	111
5.3.2. Fatores parciais associados ao fator global probabilidade de ocorrência de incêndio( $POI$ ) .....	112
5.3.2.1. Caracterização da Construção ( $POI_{CC}$ ) .....	112
5.3.2.2. Instalações de energia elétrica ( $POI_{IEE}$ ) .....	113
5.3.2.3. Instalações de aquecimento ( $POI_{IA}$ ) .....	114
5.3.2.4. Instalações de confeção de alimentos ( $POI_{CONFA}$ ) .....	114
5.3.2.5. Instalações de conservação de alimentos ( $POI_{CONSA}$ ) .....	115
5.3.2.6. Instalações de ventilação e condicionamento de ar ( $POI_{VCA}$ ) .....	115
5.3.2.7. Instalações de líquidos e gases combustíveis ( $POI_{ILGC}$ ) .....	115
5.3.2.8. Edifícios fronteiros ( $POI_{EF}$ ) .....	116
5.3.2.9. Edifícios adjacentes ( $POI_{EA}$ ) .....	117
5.3.2.10. Procedimentos ou planos de prevenção ( $POI_{PPP}$ ) .....	117
5.3.2.11. Atividade ( $POI_{ATIV}$ ) .....	117
5.3.2.12. Fator Global Probabilidade de Ocorrência de Incêndio ( $POI$ ) .....	117
5.3.3. Fatores parciais associados ao fator global consequências totais de incêndio ( $CTI$ ) .....	118
5.3.3.1. Consequências parciais de incêndio devido à potência calorífica libertada no cenário de incêndio ( $CPI_{CIP}$ ) .....	118
5.3.3.2. Consequências parciais de incêndio devido ao fumo produzido no cenário de incêndio ( $CPI_{CIF}$ ) .....	119
5.3.3.3. Consequências parciais de incêndio devido aos materiais de revestimento no cenário de incêndio ( $CPI_{CIMR}$ ) .....	119
5.3.3.4. Fator parcial consequências parciais de incêndio no cenário de incêndio ( $CPI_{CI}$ ) .....	119
5.3.3.5. Fator parcial consequências parciais de incêndio nas vias horizontais de evacuação ( $CPI_{VHE}$ ) .....	120
5.3.3.6. Consequências parciais de incêndio devido ao fumo presente nas vias verticais de evacuação ( $CPI_{VVEF}$ ) .....	120
5.3.3.7. Consequências parciais de incêndio devido aos materiais de revestimento das vias verticais de evacuação ( $CPI_{VVEMR}$ ) .....	120
5.3.3.8 Fator parcial consequências parciais de incêndio nas vias verticais de evacuação ( $CPI_{VVE}$ ) .....	121

5.3.3.9. Fator Global Consequências Totais de Incêndio (CTI) .....	121
5.3.4. Fatores parciais associados ao fator global desenvolvimentos e propagação de incêndio(DPI).....	121
5.3.4.1. Resistência, estanquidade e isolamento REI do cenário de incêndio e das vias de evacuação (DPI <sub>REIC</sub> ).....	121
5.3.4.2. Estanquidade e isolamento EI das paredes e portas do cenário de incêndio (DPI <sub>EI</sub> ) .....	122
5.3.4.3. Afastamento entre vãos exteriores (DPI <sub>AV</sub> ).....	122
5.3.4.5. Organização e gestão da segurança (DPI <sub>OGS</sub> ) .....	123
5.3.4.6. Fator Global Desenvolvimento e Propagação de Incêndio (DPI).....	123
5.3.5. Fatores parciais associados ao fator global eficácia e socorro no combate ao incêndio(ESCI).....	123
5.3.5.1. Grau de prontidão dos bombeiros (ESCI <sub>GP</sub> ) .....	123
5.3.5.2. Vias de acesso ao edifício (ESCI <sub>AE</sub> ) .....	123
5.3.5.3. Hidrantes exteriores (ESCI <sub>HE</sub> ) .....	124
5.3.5.4. Extintores (ESCI <sub>EXT</sub> ) .....	124
5.3.5.5. Redes de incêndio armadas (ESCI <sub>RIA</sub> ) .....	124
5.3.5.6. Corpo privado de bombeiros (ESCI <sub>CPB</sub> ).....	124
5.3.5.7. Fator Global Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio (ESCI).....	124
5.3.6. Risco de Incêndio (RI).....	125
<b>5.4. Carta de risco de incêndio para o Eixo Mouzinho-Flores .....</b>	<b>126</b>
5.4.1. Proposta de classificação do edificado de acordo com o risco de incêndio.....	126
5.4.2. Carta de risco de incêndio do edificado analisado .....	126
5.4.2.1. Apresentação do risco de incêndio obtido para o edificado analisado e respetiva Carta de risco de Incêndio .....	126
5.4.2.2. Conclusões retiradas da análise da carta de RI .....	130
<b>6. POSSÍVEIS MEDIDAS DE INTERVENÇÕES PARA A REDUÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO .....</b>	<b>134</b>
6.1. Introdução .....	134
6.2. Caracterização do quarteirão.....	135
6.3. Medidas propostas .....	135
6.4. Aplicação das medidas propostas ao caso de estudo.....	136
6.5. Análise dos resultados obtidos .....	139
<b>7. CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS .....</b>	<b>142</b>
7.1. Conclusões .....	142
7.2. Desenvolvimentos futuros .....	144

<b>Bibliografia .....</b>	<b>146</b>
---------------------------	------------

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Representação gráfico do conceito de risco, [2] .....	4
Figura 2.2 – Estrutura do método MARIEE [2], [3] .....	14
Figura 2.3 - Fatores parciais do POI e respetivos valores limite, [2] .....	23
Figura 2.4 - Explicação dos Cenários das Consequências parciais de Incêndio, [2].....	24
Figura 2.5 - Distância a percorrer pelos ocupantes até à saída do cenário de incêndio, [2].....	27
Figura 2.6 - Velocidades de evacuação do cenário de incêndio, [2] .....	28
Figura 2.7- Excerto da folha de cálculo do Microsoft Excel usada para o cálculo das várias velocidades, tempos de percurso e tempos de atravessamento correspondentes a cada área e respetivo efetivo, [2].....	30
Figura 2.8 - Excerto da folha de cálculo do Microsoft Excel usada para o cálculo do CPICIP, quando o cenário de incêndio não tem SADI nem sistema automático de extinção, [2] .....	31
Figura 2.9 - Excerto da folha de cálculo do Microsoft Excel usada para o cálculo do volume de fumo acumulado no cenário de incêndio, com sistema ativo de controlo de fumo, [2] .....	32
Figura 2. 10 - Camada livre de fumo de dois metros, [2].....	33
Figura 2.11- Excerto da folha de cálculo do Microsoft Excel usada para o cálculo do CPICIF, quando o cenário de incêndio tem detetor ótico e sistema ativo de controlo de fumo, [2] .....	34
Figura 2.12- Fatores parciais do DPI e respetivos valores limite, [2] .....	42
Figura 2.13 - Fatores parciais do ESCI e respetivos valores limite, [2].....	47
Figura 3.1 - Freguesias do concelho do Porto, [10] .....	54
Figura 3.2 - a) Sistema anti-sísmico da gaiola pombalina; b) Maquete de um edifício pombalino; c) Edifício gaioleiro, [12] [13] [14].....	55
Figura 3.3 - Evolução das tecnologias construtivas em Portugal, [4] .....	56
Figura 3.4 - Exemplos de paredes exteriores .....	57
Figura 3.5 - Exemplos de revestimentos em paredes exteriores .....	58
Figura 3.6 - Exemplo de paredes interiores, (1 e 2 – [15]).....	58
Figura 3.7 - Exemplos de caixa de escadas, [15] .....	59
Figura 3.8 – Estruturas dos pavimentos em madeira, [15] e [16].....	60
Figura 3.9 - Exemplo de tetos com diferentes acabamentos decorativos.....	60
Figura 3.10 - Estrutura de suporte da cobertura em madeira, (1 – [16]) .....	61
Figura 3.11 - Exemplos de trapeiras e clarabóias.....	61
Figura 3.12 - Exemplo de chaminés com diversas formas e localizações, (1 e 2 – [15]).....	62
Figura 3.13 - Exemplos de instalações elétricas.....	63
Figura 3.14 - Exemplos de casas burguesas no CHP. ....	63
Figura 3.15 - Exemplos de diferentes tipos de casas burguesas.....	64
Figura 3.16 - Corte esquemático da casa burguesa do Porto, [4] .....	65
Figura 4.1 - Imagem aérea da cidade do Porto com delimitação do CHP, a verde, e do Eixo Mouzinho-Flores, a amarelo. ....	68
Figura 4.2 – Imagem aérea do conjunto de quarteirões que perfazem o Eixo Mouzinho-Flores, [21] .	68
Figura 4.3 – Rua de Mouzinho da Silveira na atualidade. ....	69
Figura 4.4 – Rua das Flores na atualidade.....	69
Figura 4.5 - Área de análise para a presente dissertação, Eixo Mouzinho-Flores. <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Figura 4.6 - Quarteirões a ser analisados na presente dissertação.....	70
Figura 4.7- Exemplo descritivo do estado de conservação dos edifícios de uma unidade de intervenção, neste caso o quarteirão Ponte Nova, [22] .....	72



Figura 4.8 - Exemplo descritivo do estado de segurança dos edifícios de uma unidade de intervenção, Quarteirão São João, [23] .....	73
Figura 4.9 - Exemplo descritivo do estado de ocupação de uma unidade de intervenção, o Quarteirão Ferreira Borges, [24] .....	73
Figura 4.10 - Descrição funcional de um piso de um edifício no quarteirão Feitoria Inglesa, [25] .....	74
Figura 4.11 - Alçado de uma frente do quarteirão Sementeira, [26] .....	75
Figura 4.12 – Algumas ações a tomar numa futura reabilitação da parcela 12 do quarteirão São João, [23] .....	75
Figura 4.13 - Ações a tomar numa futura reabilitação da parcela 11 do quarteirão Ferreira Borges, [24] .....	76
Figura 4.14 – Descrição do estado do edifício 11 do quarteirão Ferreira Borges, [4] .....	77
Figura 4.15 - Exemplo de edifícios, inseridos no Eixo Mouzinho-Flores, em fase de intervenção. ....	78
Figura 4.16 - Exemplos de intervenções concluídas, inseridas área de análise. ....	78
Figura 4.17 - Exemplos de edifícios devolutos/ruína, nos locais analisados. ....	79
Figura 4.18 - Exemplos de equipamentos de segurança contra incêndios, em alguns dos edifícios analisados. ....	79
Figura 4.19 - Estado de conservação dos edifícios inseridos na zona Eixo Mouzinho-Flores. ....	81
Figura 4.20 - Distribuição do estado de conservação pelos vários quarteirões analisados. ....	81
Figura 4.21 - Estado de conservação de todos os edifícios analisados. ....	82
Figura 4.22 - Condições de segurança dos edifícios analisados. ....	82
Figura 4.23 - Condições de salubridade dos edifícios analisados. ....	83
Figura 4.24 - Utilização condicionante para cada edifício inserido na área de análise. ....	84
Figura 4.25 - Categoria de risco da utilização-tipo condicionante dos vários edifícios analisados. ....	84
Figura 4.26 - Vista área sobre o CHP, com delimitação da área de análise (a amarelo) e do Quartel dos BSB mais próximo (a vermelho), junto à estação de S. Bento. ....	85
Figura 4.27 - Acessibilidade dos vários arruamentos que afetam a área de análise .....	86
Figura 4.28 – A vermelho, os hidrantes exteriores mais próximos dos quarteirões analisados. ....	87
Figura 5.1 - Estado de conservação, [29], e aspeto geral do edifício. ....	90
Figura 5.2 – Aspetos a reabilitar na parcela 34, em 2009, [29]. ....	91
Figura 5.3 - Cálculo do fator parcial $POI_{cc}$ .....	92
Figura 5.4 - Cálculo do fator parcial $POI_{IEE}$ .....	93
Figura 5.5 - Cálculo do fator parcial $POI_{IA}$ .....	93
Figura 5.6 - Cálculo do fator parcial $POI_{CONFA}$ .....	94
Figura 5.7 - Cálculo do fator parcial $POI_{CONSA}$ .....	95
Figura 5.8 - Cálculo do fator parcial $POI_{VCA}$ .....	95
Figura 5.9 - Cálculo do fator parcial $POI_{ILGC}$ .....	96
Figura 5.10 - Cálculo do fator parcial $POI_{EF}$ .....	96
Figura 5.11 - Cálculo do fator parcial $POI_{EF}$ .....	97
Figura 5.12 - Cálculo do fator parcial $POI_{PPP}$ .....	97
Figura 5.13 - Cálculo do fator parcial $POI_{ATIV}$ .....	98
Figura 5.14 - Cálculo do fator global $POI$ .....	98
Figura 5.15 - Cálculo do fator parcial $CPI_{CIP}$ .....	99
Figura 5.16 - Cálculo do fator parcial $CPI_{CIF}$ .....	100
Figura 5.17 - Cálculo do fator parcial $CPI_{IMR}$ .....	100
Figura 5.18 - Cálculo do fator parcial $CPI_{CI}$ .....	101
Figura 5.19 - Cálculo do fator parcial $CPI_{VHE}$ .....	101
Figura 5.20 - Cálculo do fator parcial $CPI_{VVEF}$ .....	102

Figura 5.21 - Cálculo do fator parcial $CPI_{VVEMR}$ .....	102
Figura 5.22 - Cálculo do fator parcial $CPI_{VVE}$ .....	103
Figura 5.23 - Cálculo do fator global CTI .....	103
Figura 5.24 - Cálculo do fator parcial $DPI_{REIC}$ .....	104
Figura 5.25 - Cálculo do fator parcial $DPI_{EI}$ .....	104
Figura 5.26 - Cálculo do fator parcial $DPI_{AV}$ .....	105
Figura 5.27 - Cálculo do fator parcial $DPI_{PE}$ .....	105
Figura 5.28 - Cálculo do fator parcial $DPI_{OGS}$ .....	106
Figura 5.29 - Cálculo do fator global DPI .....	106
Figura 5.30 - Cálculo do fator parcial $ESCI_{GP}$ .....	107
Figura 5.31 - Cálculo do fator parcial $ESCI_{AE}$ .....	107
Figura 5.32 - Cálculo do fator parcial $ESCI_{HE}$ .....	108
Figura 5.33 - Cálculo do fator parcial $ESCI_{EXT}$ .....	108
Figura 5.34 - Cálculo do fator parcial $ESCI_{RIA}$ .....	109
Figura 5.35 - Cálculo do fator parcial $ESCI_{CPB}$ .....	109
Figura 5.36 - Cálculo do fator global ESCI .....	110
Figura 5.37 - Risco de incêndio do Edifício 1 .....	110
Figura 5.38 - Estado de conservação [32] e aspeto geral do edifício 2. ....	111
Figura 5.39 - Medidas a tomar numa futura intervenção na parcela 3, [32]. ....	112
Figura 5.40 - Cálculo do fator parcial $POI_{CC}$ .....	113
Figura 5.41 - Cálculo do fator parcial $POI_{IEE}$ .....	113
Figura 5.42 - Cálculo do fator parcial $POI_{IA}$ .....	114
Figura 5.43 - Cálculo do fator parcial $POI_{ICONFA}$ .....	114
Figura 5.44 - Cálculo do fator parcial $POI_{VCA}$ .....	115
Figura 5.45 - Cálculo do fator $POI_{ILGC}$ .....	116
Figura 5.46 - Cálculo do fator parcial $POI_{EF}$ .....	116
Figura 5.47 - Cálculo do fator parcial $POI_{EA}$ .....	117
Figura 5.48 - Cálculo do fator global POI .....	118
Figura 5.49 - Cálculo do fator parcial $CPI_{CIP}$ .....	118
Figura 5.50 - Cálculo do fator parcial $CPI_{CIMR}$ .....	119
Figura 5.51 - Cálculo do fator parcial $CPI_{CI}$ .....	119
Figura 5.52 - Cálculo do fator parcial $CPI_{VVEF}$ .....	120
Figura 5.53 - Cálculo do fator parcial $CPI_{VVEMR}$ .....	121
Figura 5.54 - Cálculo do fator parcial $CPI_{VVE}$ .....	121
Figura 5.55 - Cálculo do fator global CPI .....	121
Figura 5.56 - Cálculo do fator parcial $DPI_{REIC}$ .....	122
Figura 5.57 - Cálculo do fator parcial $DPI_{AV}$ .....	122
Figura 5.58 - Cálculo do fator global DPI .....	123
Figura 5.59 - Cálculo do fator parcial $ESCI_{AE}$ .....	124
Figura 5.60 - Cálculo do fator global ESCI .....	125
Figura 5.61 - Risco de incêndio do Edifício 2 .....	125
Figura 5.62 - Proposta de classificação do edificado segundo o risco de incêndio, [2]. ....	126
Figura 5.63 - Carta de risco de incêndio do edificado analisado. ....	129
Figura 5.64 - À esquerda a carta de risco de incêndio e à direita a carta do estado de conservação, do edificado analisado. ....	130
Figura 5.65 - À esquerda a a carta de risco de incêndio e à direita a carta de utilização-tipo condicionante, do edificado analisado. ....	131

Figura 5.66 - À esquerda a carta de risco de incêndio e à direita a carta de categorias de risco, do edificado do analisado. ....	132
Figura 6.1 - Identificação do Quarteirão N1-1 .....	134
Figura 6.2 - Risco de incêndio obtidos para o edificado do Quarteirão N1-1 .....	135
Figura 6.3 - Valor do RI dos edifícios analisados antes e depois da implementação das medidas de intervenção propostas .....	139

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Valores do $POI_{CC}$ , [2] .....	15
Quadro 2.2 – Valores do $POI_{IEE}$ , [2] .....	16
Quadro 2.3 - Valores do $POI_{IA}$ , [2] .....	17
Quadro 2.4 - Valores do $POI_{ICONFA}$ , [2].....	18
Quadro 2. 5 - Valores do $POI_{ICONSA}$ , [2].....	18
Quadro 2.6 - Valores do $POI_{IVCA}$ , [2] .....	19
Quadro 2.7 - Valores de $POI_{ILGC}$ , [2] .....	19
Quadro 2. 8 - Valores de $POI_{EF}$ , [2] .....	20
Quadro 2.9 - Valores do $POI_{EA}$ , [2].....	20
Quadro 2.10 - Valores de $POI_{PPP}$ , [2] .....	21
Quadro 2.11 - Valores de $POI_{ATIV}$ .....	22
Quadro 2.12 - Valores admitidos para as áreas do CI e respetivo efetivo, [2] .....	25
Quadro 2.13 - Largura das saídas do cenário de incêndio, de acordo com o artigo 56º da Portaria nº 1532/2008, [2] .....	29
Quadro 2.14 - Valores do fator $CPI_{CIP}$ , [2].....	30
Quadro 2.15 - Valores do fator $CPI_{CIF}$ .....	33
Quadro 2.16 - Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de teto e paredes do cenário de incêndio, [2] .....	34
Quadro 2.17 - Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos do cenário de incêndio, [2] .....	35
Quadro 2.18 - Valores do fator $CPI_{CIMR}$ , [2] .....	35
Quadro 2.19 - Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento dos tetos e paredes das VHE, [2] .....	36
Quadro 2.20 - Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos das VHE, [2] .....	36
Quadro 2.21 - Valores do fator $CPI_{VHEMR}$ , [2].....	36
Quadro 2.22 - Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento dos tetos e paredes das VVE, [2] .....	37
Quadro 2.23 - Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos das VVE, [2] .....	37
Quadro 2. 24 - Valores do $CPI_{VVEMR}$ , [2] .....	37
Quadro 2.25 - Valores do $DPI_{REIC}$ , [2] .....	38
Quadro 2.26 - Valores de $DPI_{EI}$ , [2] .....	39
Quadro 2.27 - Valores de $DPI_{AV}$ , [2].....	40
Quadro 2.28 - Valores de $DPI_{PE}$ , [2] .....	40
Quadro 2.29 - Valores $DPI_{OGS}$ , [2] .....	41
Quadro 2.30 - Valor de $ESCI_{GP}$ , [2] .....	43
Quadro 2.31 - Valores do $ESCI_{AE}$ , [2] .....	43
Quadro 2.32 - Valores do $ESCI_{HE}$ , [2] .....	44
Quadro 2.33 - Valores do $ESCI_{EXT}$ , [2] .....	45
Quadro 2.34 - Valores do $ESCI_{RIA}$ , [2] .....	45
Quadro 2.35 - Valores do $ESCI_{CPB}$ , [2] .....	46
Quadro 5.1 - Edificado analisado e respetivo risco de incêndio. ....	127
Quadro 5.2 – Edificado analisado e respetivo risco de incêndio (continuação).....	128
Quadro 5.3 - Edificado analisado e respetivo risco de incêndio (continuação). ....	129
Quadro 6.1 - Valores de cálculo adotados nos edifícios, na situação atual .....	137

Quadro 6.2 – Valores de cálculo adotados para os edifícios, após implementação das medidas propostas.....	138
---	-----

## **SÍMBOLOS E ABREVIATURAS**

ACRRU – Área Crítica de Recuperação e Reconversão Urbanística

ARICA – Análise do Risco de Incêndios em Centros Urbanos Antigos

BCC – Boas Condições do Circuito elétrico

BSB – Batalhão de Sapadores Bombeiros do Porto

CF – Sistema de Controlo de Fumo

CHP – Centro Histórico do Porto

CI – Cenário de Incêndio

CPB – Corpo Privado de Bombeiros

CPI – Consequências Parciais de Incêndio

CPI<sub>CI</sub> – Consequências Parciais de Incêndio associadas ao Cenário de Incêndio

CPI<sub>CIF</sub> – Consequências Parciais de Incêndio associadas ao fumo produzido no Cenário de Incêndio

CPI<sub>CIMR</sub> – Consequências Parciais de Incêndio associadas à reação ao fogo dos Materiais de Revestimento no Cenário de Incêndio

CPI<sub>CIP</sub> – Consequências Parciais de Incêndio associadas à Potência libertada no Cenário de Incêndio

CPI<sub>VHE</sub> – Consequências Parciais de Incêndio associadas às Vias Horizontais de Evacuação

CPI<sub>VHEMR</sub> – Consequências Parciais de Incêndio associadas à reação ao fogo dos Materiais de Revestimento nas Vias Horizontais de Evacuação

CPI<sub>VVE</sub> – Consequências Parciais de Incêndio associadas às Vias Verticais de Evacuação

CPI<sub>VVEMR</sub> – Consequências Parciais de Incêndio associadas à reação ao fogo dos Materiais de Revestimento nas Vias Verticais de Evacuação

CR – Categorias de Risco

CRUARB – Comissariado para a Renovação Urbana da Área Ribeira-Barredo

CTI – Consequências Totais do Incêndio

CUA – Centro Urbano Antigo

DPI<sub>AV</sub> – Fator Parcial Afastamento entre Vãos exteriores da mesma prumada

DPI<sub>EI</sub> – Fator Parcial Estanquidade e Isolamento das paredes e portas do cenário de incêndio

DPI<sub>OGS</sub> – Fator Parcial Organização e Gestão de Segurança

DPI<sub>PE</sub> – Fator Parcial proteção das Paredes Exteriores

DPI<sub>REIC</sub> – Fator Parcial Resistência, Estanquidade e Isolamento dos cenários de incêndio e das vias verticais de evacuação

ESCI<sub>AE</sub> – Fator Parcial associado às vias de Acesso ao Edifício

ESCI<sub>CPB</sub> – Fator Parcial associado ao Corpo Privado de Bombeiros

ESCI<sub>EXT</sub> – Fator Parcial associado aos Extintores

ESCI<sub>GP</sub> – Fator Parcial associado ao Grau Prontidão dos bombeiros  
ESCI<sub>HE</sub> – Fator Parcial associados aos Hidrantes Exteriores  
ESCI<sub>RIA</sub> – Fator Parcial associado às Redes de Incêndio Armadas  
DL – Decreto-Lei  
DPI – Desenvolvimento e Propagação do Incêndio  
E – Exposição ao perigo  
EI – Estanquidade e Isolamento  
ESCI – Fator Global Eficácia de Socorro e Combate ao Incêndio  
FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra  
FEUP – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto  
IEE – Instalações de Energia Elétrica  
INE – Instituto Nacional de Estatística  
LR – Legislação Regulamentar  
LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil  
MARIEE – Método de avaliação de risco de incêndio em edifícios existentes  
MCC – Más Condições do Circuito elétrico  
NFPA – National Fire Protection Association  
OGS – Organização e Gestão de Segurança  
P – Perigo potencial  
PC – Potência Contratada  
PE – Planos de Emergência  
PI – Potência Instalada  
POI – Probabilidade de Ocorrência do Incêndio  
POI<sub>ATIV</sub> – Fator parcial Atividade  
POI<sub>CC</sub> – Fator parcial Caracterização da Construção  
POI<sub>EA</sub> – Fator parcial Edifícios Adjacentes  
POI<sub>EF</sub> – Fator parcial Edifícios Fronteiros  
POI<sub>IA</sub> – Fator parcial Instalações de Aquecimento  
POI<sub>ICONFA</sub> – Fator parcial Instalações de Confeção de Alimentos  
POI<sub>ICONSA</sub> – Fator parcial Instalações de Conservação de Alimentos  
POI<sub>IEE</sub> – Fator parcial Instalações de Energia Elétrica  
POI<sub>ILGC</sub> – Fator parcial Instalações de Líquidos e Gases Combustíveis  
POI<sub>IVCA</sub> – Fator parcial Instalações de Ventilação e Condicionamento de Ar

POI<sub>PPP</sub> – Fator parcial Procedimentos ou Planos de Prevenção

PPP – Procedimentos ou planos de prevenção

REI – Resistência, Estanquidade e Isolamento

RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas

RI – Risco de Incêndio

RIA – Rede Incêndio Armada

RECRIA – Regime Especial de Comparticipação na Recuperação de Imóveis Arrendados

RJ-SCIE – Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

RT-SCIE – Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios

S – Sinalização de emergência

SADI – Sistema Automático de Detecção de Incêndio

SCIE – Segurança Contra Incêndio em Edifícios

SEA – Sistema de Extinção Automática

SIE – Sinalização e Iluminação de emergência

SIS – Sinalização de emergência, Iluminação de emergência e Simulacros

SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana

SS – Sem Sinalização de emergência

UT – Utilização Tipo

VBA – Visual Basic for Applications

VHE – Via Horizontal de Evacuação

VLCI – Veículos Ligeiros de Combate a Incêndio

VVE – Via Vertical de Evacuação





# 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1. MOTIVAÇÃO

Numa época em que os centros urbanos das cidades encontram-se desertificados, com uma quantidade excessiva de edifícios degradados e em ruínas, cabe à reabilitação urbana, em Portugal, assumir o papel fundamental na revitalização do edificado e regeneração das cidades.

As consequências do enorme volume de construção nova que Portugal conheceu nas últimas décadas são facilmente visíveis, com atualmente mais de 900 mil edifícios a necessitar de obras de reparação e custos de intervenção do parque habitacional a reabilitar a excederem os 38 mil milhões de euros, [1]. A situação nos centros urbanos antigos é bastante grave, com grande parte do seu parque edificado em estado avançado de degradação e com muitos casos de ruína dos edifícios. As causas são evidentes, a elevada idade média dos edifícios, entre os 61 e 62 anos, juntamente com a falta de manutenção e reparações a estes propiciam a fácil degradação dos edifícios, bem como a falta de incentivos e desajustamento legislativo que geram barreiras ao desenvolvimento da reabilitação urbana.

Com isto, nos últimos anos tem-se assistido a um crescimento, ainda que lento, da atividade da reabilitação urbana, com especial foco nas grandes cidades, Porto e Lisboa. Com a formação de algumas entidade públicas com a missão de conduzir os processos de reabilitação urbana, como a SRU-Porto Vivo, a criação de incentivos e de uma série de iniciativas legislativas, já em vigor, o peso da atividade da reabilitação no setor da construção aumentou de 17% para 32%, entre 2001 e 2011 respetivamente [1].

Porém, o processo de reabilitação é complexo, tendo em conta o pressuposto fundamental da reabilitação, o de respeitar a arquitetura, tipologia e sistemas construtivos do edifício, intervencionando só o que é necessário e suficiente para dotá-lo de condições de segurança, funcionalidade e conforto. Neste contexto, surge a matéria de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (SCIE), com importância cada vez maior nos edifícios antigos, dadas as suas vulnerabilidades face aos incêndios. A ocorrência de inúmeros incêndios urbanos, alguns de elevada gravidade, conduziu a um maior interesse nesta temática, especialmente em zonas com grande valor patrimonial, como é o caso do Centro Histórico do Porto (CHP).

Assim, no sentido de melhor entender quais as ações a tomar em intervenções em edifícios no âmbito da SCIE, a presente dissertação pretende analisar o risco de incêndio do edificado inserido numa área do CHP. A avaliação do risco de incêndio permite a produção de uma carta de risco, que para além de poder tornar mais eficiente a intervenção dos bombeiros, permite a elaboração de estratégias de intervenção nos edifícios, contendo medidas preventivas de forma a reduzir a ocorrência de incêndios urbanos.

## **1.2. OBJETIVOS**

O presente trabalho tem como principal objetivo a elaboração de uma carta de risco de incêndio de uma zona do CHP, o Eixo Mouzinho-Flores. A avaliação do risco de incêndio será feita através da aplicação do método MARIEE (Método de Avaliação do Risco de Incêndio em Edifícios Existentes) aos edifícios da área de análise.

O método MARIEE desenvolvido por André Correia [2] e Jorge Pissarra [3], inicial concebido por Ana Costa (aluna que apresentou o método MARIE&FEUP, de avaliação de risco, em dissertação de mestrado em Engenharia Civil pela FEUP, 2013, [4]), traduz uma maior realismo e menor subjetividade à análise de risco, através da introdução de fenómenos físicos associados ao fogo e à combustão, em todos os parâmetros em que tal seja possível.

Para além do objetivo principal, a presente dissertação tem como finalidade a avaliação da aplicabilidade do método MARIEE aos vários tipos de edifícios inseridos na zona em estudo, verificando a adequabilidade da metodologia considerada.

## **1.3. ORGANIZAÇÃO DA TESE**

A presente dissertação encontra-se organizada em 7 capítulos, sendo que no primeiro é feita um enquadramento e justificação do tema, além da definição dos objetivos inerentes à sua realização e estrutura da mesma.

No Capítulo 2 é feita uma abordagem ao conceito de risco de incêndio, métodos de avaliação de risco de incêndio em edifícios e um enquadramento da legislação em vigor relativamente à Segurança Contra Incêndios em Edifícios. Neste Capítulo é feita também uma descrição do método MARIEE, que será posteriormente utilizado na avaliação de risco de incêndio do edificado inserido na área de análise.

No Capítulo 3 caracteriza-se o Centro Histórico do Porto, zona que abrange a área de análise, bem como o seu tipo de edifício mais típico, tradicional por excelência, analisando os sistemas construtivos e tipológicos constituintes deste.

No Capítulo 4 apresenta-se a área de análise, sendo feita uma descrição do diagnóstico realizado a este, incluindo a recolha e compilação de toda a informação utilizada para o aplicação do método MARIEE aos edifícios definidos anteriormente.

No Capítulo 5 é feita uma descrição do processo de aplicação do método MARIEE, para a obtenção do valor do risco de incêndio de dois edifícios selecionados. Além disso, no final do Capítulo é apresentada a carta de risco de incêndio, resultante da aplicação do método a todos os edifícios da área de análise.

No Capítulo 6 é feita uma proposta de algumas medidas para intervenções futuras, com o objetivo de mitigar o risco de incêndio. Tais medidas são aplicadas a um quarteirão analisado previamente, pelo que é feita uma análise aos resultados obtidos antes e depois da implementação das medidas propostas.

No Capítulo 7, expõem-se as conclusões finais do trabalho desenvolvido e dos resultados obtidos, bem como a proposta de possíveis desenvolvimentos futuros.

# 2

## ESTADO DA ARTE

### 2.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo será feita uma abordagem ao conceito de risco e aos métodos de análise de risco de incêndio, bem como a importância que estes tem vindo a ganhar nos últimos tempos para a atividade de Segurança Contra Incêndios.

Seguidamente, será feita uma exposição aprofundada do método MARIEE, já que este será utilizado para a avaliação do risco de incêndio do objeto de estudo da presente dissertação.

Finalmente, no último subcapítulo, é feita uma breve descrição sobre a legislação, no que respeita à Segurança Contra Incêndio em Portugal.

### 2.2. CONCEITO DE ANÁLISE DE RISCO

O conceito de risco pode ser traduzido como a incerteza da perda que, no caso dos incêndios, corresponde geralmente ao número de vítimas mortais ou os danos materiais causados aos edifícios, incluindo todas as perdas intangíveis significativas, tais como, a interrupção da atividade, a degradação do meio ambiente ou a destruição de bens culturais e históricos insubstituíveis.

De uma forma geral, o risco (R) define-se como o produto da probabilidade de ocorrência de um determinado evento (P) pela gravidade das respetivas consequências (G), equação 2.1, [2].

$$R = P \times G \quad (2.1)$$

Em que:

- R – Risco;
- P – Probabilidade de ocorrência de um evento;
- G – Gravidade das consequências decorrentes da ocorrência do evento.

A Figura 2.1 representa o conceito de risco acima explicado, cujo eixo das ordenadas corresponde à probabilidade de ocorrência e o eixo das abcissas corresponde à gravidade das consequências.

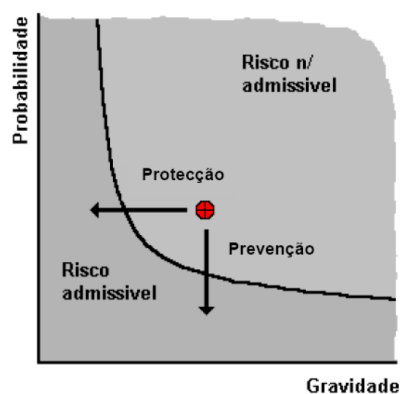


Figura 2.1 – Representação gráfico do conceito de risco, [2]

Da análise da Figura 2.1, duas zonas são claramente distinguíveis, a de risco admissível e de risco não admissível. Face ao risco de incêndio real existente, importa perceber se esse risco é, ou não, admissível pela sociedade, isto é, se o risco é ou não aceitável. O risco aceitável depende de vários fatores pelo que pode ser variável no tempo. O que hoje é considerado risco aceitável, pode não o ser amanhã, no próximo ano ou na próxima década.

Da análise da Figura 2.1, é ainda possível constatar a impossibilidade de se atingir um risco nulo, sendo apenas possível minimizar o risco por forma a torná-lo aceitável. A redução dos riscos só é conseguida através da adoção de medidas preventivas e de proteção ativa, no caso de ocorrência de eventos, para que a gravidade dos acontecimentos seja o menor possível.

## 2.3. MÉTODOS DE ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO

### 2.3.1. INTRODUÇÃO

A avaliação do risco de incêndio dos edifícios aparece ligada à ocorrência de grandes incêndios urbanos, como o Grande Incêndio de Londres, em 1666, no qual grande parte da cidade foi destruída e que levou a que as seguradoras tomassem em linha de conta a prevenção da ocorrência destes sinistros, ou pelo menos minimizar os danos causados por estes, protegendo os seus clientes e salvaguardando o seu património financeiro, [5].

Deste modo, a análise de risco de incêndio tornou-se numa ferramenta necessária para as seguradoras, de forma a poderem avaliar corretamente os seguros de acordo com a probabilidade de ocorrência de incêndio, tendo em conta todas as características e informação dos locais, relevantes para tal. A análise de risco tornou-se também numa ferramenta bastante útil na otimização da escolha das medidas preventivas e ativas a serem aplicadas nos edifícios.

O risco de incêndio é uma consequência indesejável da atividade humana, uma vez que qualquer projeto de edifício terá sempre associado a ele um certo risco de incêndio ao longo da vida útil.

Segundo Coelho [6], o risco de incêndio envolve um conjunto de fatores extremamente diversos, dos quais se destacam os seguintes:

- Probabilidade esperada de ocorrência de um determinado cenário de incêndio;
- Grau esperado de exposição a esse cenário,
- Maior ou menos capacidade potencial de afetação que o cenário pode apresentar.

Para que seja possível efetuar a análise do risco de incêndio, torna-se necessário proceder à sua identificação, determinar a sua probabilidade de ocorrência e avaliar as suas consequências.

Assim, a análise de risco de incêndio deve permitir a definição das decisões de forma a minimizá-lo para valores aceitáveis, e também prever o modo de atenuar as consequências do incêndio.

De seguida, é feita uma breve descrição dos métodos de avaliação de risco de incêndio com alguma relevância para a elaboração do presente trabalho: Método de Gretener, ARICA e Marie&FEUP.

### 2.3.2. MÉTODO DE GRETENER

Desenvolvido na Suíça, em 1968, por Max Gretener com o objetivo de apoio ao estabelecimento de prémios de seguro na indústria e armazéns de grande dimensão, este é provavelmente o método de análise de risco de incêndio mais difundido, adaptado e mais utilizado.

O método de Gretener baseia-se na análise do processo de incêndio, determinando os fatores que promovem o seu desenvolvimento, medindo os riscos de ativação em função do tipo de ocupação e ainda avaliando a contribuição das medidas de segurança para a redução do risco de incêndio. Este método é utilizado para avaliar e comparar o nível de risco de incêndio, com base em conceitos alternativos entre diferentes tipos de edificações. Os diversos parâmetros e os respetivos pesos utilizados para calcular o risco de incêndio neste método, foram obtidos por consenso do meio técnico e científico, com base em dados estatísticos testados pela sua larga aplicação prática.

Para efeitos de avaliação do risco de propagação do incêndio, o método considera 3 tipos distintos de edifícios, [6], sendo estes:

- **Tipo Z** – Construção em células: dificulta e limita a propagação horizontal e vertical do edifício (células até 200 m<sup>2</sup>);
- **Tipo G** – Construção de grandes superfícies: permite e facilita a propagação horizontal do fogo, exceto a vertical (áreas superiores a 200 m<sup>2</sup>, num só piso);
- **Tipo V** – Construção de grande volume: favorece e acelera a propagação horizontal e vertical do fogo (vários pisos não compartimentados entre si).

O risco de incêndio do edifício (R) é obtido a partir através da equação 2.2:

$$R = A \times B \quad (2.2)$$

Em que:

- R – Risco de incêndio;
- B – Fator de exposição ao perigo de incêndio;
- A – Perigo de ativação.

O perigo de ativação (A) quantifica a probabilidade de ocorrência do incêndio, dependendo de dois fatores, o tipo de exploração do edifício e os perigos criados pelos fatores humanos, encontrando-se tabelado para diferentes tipos de edifícios.

Quanto ao fator de exposição ao perigo (B), este é definido pelo quociente entre o produto de todos os fatores potenciais de perigo (P) e o produto de todos os fatores de proteção (M), equação 2.3.

$$B = \frac{P}{M} \quad (2.3)$$

Em que:

- B – Fator de exposição ao perigo;
- P – Potenciais perigos;
- M – Fatores de proteção.

O fator de exposição ao perigo tem em consideração quatro fatores:

- Potenciais perigos (P);
- Medidas normais de proteção (N);
- Medidas especiais de proteção (S);
- Medidas estruturais (F).

Os perigos potenciais (P) resultam da soma do perigo associado ao conteúdo do edifício com o inerente ao próprio edifício. O perigo associado ao conteúdo do edifício tem em consideração a carga mobiliária, a combustibilidade, a produção de fumos e perigo de corrosão e toxicidade, enquanto que os perigos inerentes ao próprio edifício, dependem da carga imobiliária, do nível de andar e altura do local e da dimensão dos compartimentos de incêndio.

Relativamente às medidas de segurança que dificultam o desenvolvimento do incêndio, estas resumem-se às medidas normais (N), especiais (S) e estruturais (F), cujos valores encontram-se tabelados.

Assim, com base nos fatores descritos previamente, o risco de incêndio é obtido através da equação 2.4.

$$R = B \times A = \frac{P}{N \times S \times F} \times A \quad (2.4)$$

O cálculo do risco de incêndio é feito para o maior compartimento de incêndio ou para o mais perigoso. A verificação da segurança contra incêndio é feita comparando o risco de incêndio efetivo (R), com o risco de incêndio admissível (Ru), que varia consoante as atividades desenvolvidas no edifício.

Considera-se que o edifício ou compartimento em análise verifica a segurança contra incêndio quando o valor do risco de incêndio (R) for inferior ao valor do risco de incêndio admissível (Ru), equação 2.5.

$$R < Ru \quad (2.5)$$

Nos casos em que a equação 2.5 for superior a 1 é necessário avaliar as medidas a adotar de modo a obter um risco de incêndio aceitável.

### 2.3.3. MÉTODO ARICA

O método ARICA (Análise de Risco de Incêndio em Centros urbanos Antigos) foi desenvolvido por António Leça Coelho (investigador do LNEC) e Ana Margarida Sequeira Fernandes (aluna que apresentou o método em dissertação de mestrado em Ciências da Construção pela FCTUC, em 2006) [33], e tem por objetivo a avaliação do risco de incêndio em edifícios existentes, nomeadamente os situados nos centros urbanos antigos (CUA).

A metodologia desenvolvida assenta na definição de três fatores globais de risco e um fator global de eficácia:

- Fator global de risco associado ao início de incêndio,  $FG_{II}$ ;
- Fator global de risco associado ao desenvolvimento e propagação do incêndio no edifício,  $FG_{DPI}$ ;
- Fator global de risco associado à evacuação do edifício,  $FG_{EE}$ ;
- Fator global de eficácia associado ao combate ao incêndio  $FG_{CI}$ .

Os fatores globais referidos cobrem a generalidade dos aspetos relacionados com a segurança contra incêndios, desde a segurança dos ocupantes, dos seus bens materiais e do próprio edifício. Cada fator global é constituído por vários fatores parciais.

O fator global de risco associado ao início de incêndio,  $FG_{II}$ , é constituído pelos seguintes fatores parciais:

- Estado de conservação da construção ( $FP_{EC}$ );
- Instalações elétricas ( $FP_{IEL}$ );
- Instalações de gás ( $FP_{IG}$ );
- Natureza das cargas de incêndio mobiliárias ( $FP_{NCI}$ ).

O seu valor é calculado através da equação 2.6.

$$FG_{II} = \frac{FP_{EC} + FP_{IEL} + FP_{IG} + FP_{NCI}}{4} \quad (2.6)$$

O fator global de risco associado ao desenvolvimento e propagação do incêndio ( $FG_{DPI}$ ) é constituído pelos seguintes fatores parciais:

- Carga de incêndio mobiliária do edifício ( $F_{CI}$ );
- Compartimentação corta-fogo ( $F_{CCF}$ );
- Sistemas de deteção, alerta e alarme de incêndio ( $F_{DI}$ );
- Equipas de segurança ( $F_{ES}$ );
- Afastamento entre vãos sobrepostos ( $F_{AV}$ ).

O seu valor é calculado através da equação 2.7.

$$FG_{DPI} = \frac{F_{CI} + F_{CCF} + F_{DI} + F_{ES} + F_{AV}}{5} \quad (2.7)$$

O fator global de risco associado à evacuação do edifício ( $FG_{EE}$ ) está dividido em dois fatores:

O fator associado aos caminhos de evacuação ( $FI_{CE}$ ):



- Largura dos elementos dos caminhos de evacuação ( $F_L$ );
- Distância a percorrer na evacuação ( $F_{DVE}$ );
- Número de saídas dos locais ( $F_{NSL}$ );
- Inclinação das vias verticais de evacuação ( $F_{IVE}$ );
- Proteção das vias ( $F_{PV}$ );
- Sistema de controlo de fumo das vias ( $F_{CF}$ );
- Sinalização e a iluminação de emergência ( $F_{SI}$ ).

Sendo o seu valor calculado através da equação 2.8.

$$FI_{CE} = \frac{F_L + F_{DVE} + F_{NSL} + F_{IVE} + F_{PV} + F_{CF} + F_{SI}}{7} \quad (2.8)$$

E o fator associado ao edifício ( $FI_E$ ):

- Detecção, alerta e alarme de incêndio ( $F_{DI}$ );
- Equipas de segurança ( $F_{ES}$ );
- Realização de exercícios de evacuação ( $F_{EE}$ ).

O seu valor é calculado através da equação 2.9.

$$FI_E = \frac{F_{DI} + F_{ES} + F_{EE}}{3} \quad (2.9)$$

Assim, o fator global de risco associado à evacuação do edifício ( $FG_{EE}$ ) é obtido da seguinte maneira:

- Através da equação 2.10, quando são cumpridas as exigências regulamentares:

$$FG_{EE} = \frac{FI_{CE} + FI_E}{2} \quad (2.10)$$

- Através da equação 2.11, quando não são cumpridas as exigências regulamentares:

$$FG_{EE} = FC \times \frac{FI_{CE} + FI_E}{2} \quad (2.11)$$

Em que FC é igual a:

- 1,1 se  $NP \leq 3$  pisos;
  - 1,2 se  $3 < NP < 7$  pisos;
  - 1,3 se  $NP > 7$  pisos.
- (NP = número de pisos)

Por último, o fator global de eficácia do combate ao incêndio ( $FG_{CI}$ ) está dividido em três fatores parciais:

Fator exterior de combate a incêndio ( $FE_{CI}$ ):

- Acessibilidade ao edifício ( $F_{AE}$ );
- Hidrantes exteriores ( $F_{HE}$ );
- Fiabilidade da rede de alimentação de água ( $F_F$ ).

Sendo o seu valor calculado através da equação 2.12.

$$FE_{CI} = \frac{F_{AE} + F_{HE} \times F_F}{2} \quad (2.12)$$

O fator interior de combate ao incêndio no edifício ( $FI_{CI}$ ):

- Extintores ( $F_{EXT}$ );
- Redes de incêndio armadas ( $F_{RIA}$ );
- Colunas secas ou húmidas ( $F_{CS/H}$ );
- Sistemas automáticos de extinção ( $F_{SAE}$ );
- Fiabilidade da rede de alimentação de água e das equipas de segurança ( $F_F$ ).

Seu valor é calculado através da equação 2.13.

$$FI_{CI} = \frac{(F_{EXT} + F_{RIA} + F_{CS/H} + F_{SAE}) \times F_F}{4} \quad (2.13)$$

E de novo o fator que considera novamente as equipas de segurança ( $F_{ES}$ ).

Assim, o fator global de eficácia do combate ao incêndio ( $FG_{CI}$ ) é obtido através da equação 2.14.

$$FG_{CI} = \frac{FE_{CI} + FI_{CI} + F_{ES}}{3} \quad (2.14)$$

Os valores dos fatores parciais são influenciados pelas condições reais dos edifícios, sendo obtidos por leitura de tabelas ou por equações desenvolvidas para tal.

Com base nos diferentes fatores globais de risco determina-se o FGR, no qual é valorizada a redução da probabilidade de ocorrência de incêndio e o desenvolvimento e propagação, respetivamente  $FG_{II}$  e o  $FG_{DPI}$ , obtido através da equação 2.15

$$FGR = 1,2 \times FG_{II} \times 1,1 \times FG_{DPI} \times FG_{EE} \times FG_{CI} \quad (2.15)$$

O fator FRR é o resultado do produto dos valores de referência de cada fator parcial, obtido através da equação 2.16

$$FRR = FG_{RRII} \times FG_{RRDPI} \times FG_{RREE} \times FG_{RRCI} \quad (2.16)$$

O risco de incêndio, RI, resulta do quociente entre o Fator de Risco do Edifício (FRE) e o Fator de Risco de Referência (FRR), equação 2.17.

$$RI = \frac{FGR}{FRR} \quad (2.17)$$

Pelo que é possível constatar, o método é bastante moroso, pouco expedito e com uma enorme quantidade de cálculos intermédios, o que propicia a uma maior possibilidade de erro por parte do utilizador no cálculo dos diversos fatores.

#### 2.3.4. MÉTODO MARIEE&FEUP

O método MARIE&FEUP, desenvolvido por Ana Costa [4], procura contemplar todos os aspetos subjacentes à definição de risco, sendo constituído por cinco fatores globais de risco de incêndio, sendo eles os seguintes:

- $F_{II}$  – Fator Início do Incêndio;
- $F_P$  – Fator associado ao Perigo no cenário de incêndio;
- $F_{DPI}$  – Fator de Desenvolvimento e Propagação de Incêndio;
- $F_{EE}$  – Fator associado à Evacuação do Edifício em caso de incêndio;
- $F_{CI}$  – Fator associado ao Combate ao Incêndio.

Com estes cinco fatores globais pretende-se abranger a maioria dos aspetos relacionados com a segurança ao incêndio e, consequentemente, o risco para os ocupantes e seus bens materiais, bem como para os respetivos edifícios, [4].

Cada fator global é constituído por diversos fatores parciais que, por sua vez são constituídos por vários descritores. A cada descritor é atribuído um valor, sendo que nas situações em que esse valor é igual à unidade, este representa o cumprimento legislativo na área da Segurança Contra Incêndios em Edifícios. Valores superiores significam que a contribuição para o risco de incêndio é maior do que a correspondente ao cumprimento legal. Valores inferiores correspondem a uma situação mais favorável do que exigido pela legislação, do ponto de vista da contribuição para o risco de incêndio.

Assim, a determinação do risco de incêndio tem por base o conceito explícito do risco, equação 2.18.

$$RI = P \times G \quad (2.18)$$

Em que:

- RI – Risco de Incêndio;
- P – Probabilidade de ocorrência de um incêndio;
- G – Gravidade dos danos resultantes da ocorrência do incêndio.

A probabilidade de ocorrência de um incêndio (P) é função das características inerentes ao edifício, tais como, a caracterização da construção, as instalações elétricas, edifícios fronteiros, entre outros, equação 2.19.

$$P = F_{II} \quad (2.19)$$

Em que:

- $F_{II}$  – Fator Início de Incêndio.

A gravidade baseia-se nos perigos potenciais associados à ocorrência de um incêndio e nos fatores de proteção, equação 2.20.

$$G = \frac{\text{Perigos potenciais}}{\text{Fatores de Proteção}} = \frac{F_P}{\frac{(F_{DPI} + F_{EE} + F_{CI})}{3}} \quad (2.20)$$

Em que:

- $F_P$  – Fator associado ao Perigo no cenário de incêndio, que é função do edifício e do seu conteúdo e do comportamento das pessoas dentro dele;
- $F_{DPI}$  – Fator associado ao Desenvolvimento e Propagação de Incêndio;
- $F_{CI}$  – Fator associado ao Combate ao Incêndio.
- $F_{EE}$  – Fator associado à Evacuação do Edifício em caso de incêndio, equação 2.21.

$$F_{EE} = \frac{(F_{EL} + F_{VHE} + F_{VVE})}{3} \quad (2.21)$$

- $F_{EL}$  – Fator associado à Evacuação dos Locais;
- $F_{VHE}$  – Fator associado à Evacuação das Vias Horizontais;
- $F_{VVE}$  – Fator associado à Evacuação das Vias Verticais;

Os valores dos vários descritores associados aos diversos fatores parciais encontram-se tabelados.

Por fim, o valor do risco de incêndio é dado pela equação 2.22.

$$RI = F_{II} \times \frac{F_P}{\frac{(F_{DPI} + \frac{(F_{EL} + F_{VHE} + F_{VVE})}{3} + F_{CI})}{3}} \quad (2.22)$$

Nos casos em que o risco de incêndio for superior a 1 é necessário avaliar quais as medidas de segurança contra incêndio a adotar de forma a mitigar o risco de incêndio para um valor aceitável, inferior ou igual a 1.

## 2.4. MÉTODO MARIEE

### 2.4.1. INTRODUÇÃO

O método MARIEE (Método de Avaliação de Risco de Incêndio em Edifícios Existentes), baseado no método de Ana Costa [4], foi desenvolvido por André Correia [2], para edifícios habitacionais,

administrativos, escolares, hospitalares e hoteleiros, e por Jorge Pissarra [3], para edifícios comerciais, bibliotecas e salas de espetáculo.

O método terá uma exposição mais pormenorizada, distinta dos métodos anteriormente descritos, uma vez que será a partir deste método que será feita a avaliação de risco de incêndio e elaboração de carta de risco da área de análise.

#### 2.4.2. PRINCÍPIO GERAL DO MÉTODO MARIEE

##### 2.4.2.1. Fatores globais do método

O método MARIEE assenta em quatro fatores globais de risco de incêndio:

- POI – Probabilidade e Ocorrência do Incêndio;
- CTI – Consequências Totais do Incêndio;
- DPI – Desenvolvimento e Propagação do Incêndio;
- ESCI – Eficácia de Socorro e Combate ao Incêndio.

Do que foi descrito anteriormente salienta-se o facto de três dos fatores globais transitarem do método MARIEE&FEUP, sendo que o fator CTI é exclusivo do método MARIEE e que corresponde à associação de dois conceitos muito importantes da avaliação do risco: o perigo e a exposição ao incêndio.

Através destes quatro fatores globais, o método abrange todos os aspetos que intervêm no cálculo do risco de incêndio, e consequentemente traduz o risco para as pessoas, para o edifício e tudo que aquilo que ele encerra.

Também no método MARIEE os fatores globais são constituídos por fatores parciais. Por sua vez, cada fator parcial é definido por vários descritores, que representam as condições intrínsecas dos edifícios, com que o projetista pode ser confrontado na sua avaliação.

##### 2.4.2.2. Definição do risco de incêndio

No método MARIEE, o conceito de risco de incêndio é traduzido através do produto da probabilidade de ocorrência do incêndio pela gravidade das suas consequências, de acordo com a equação 2.23.

$$RI = P \times G \quad (2.23)$$

Em que:

- RI – Risco de incêndio;
- P – Probabilidade de ocorrência do incêndio;
- G – Gravidade das consequências resultantes da ocorrência do incêndio.

A probabilidade de ocorrência do incêndio depende das características do edifício que influenciam a deflagração deste, tais como a caracterização da construção, as instalações elétricas, os edifícios adjacentes, entre outros.

Deste modo, o método considera que o fator P é definido pelo fator global POI, Probabilidade de Ocorrência do Incêndio, equação 2.24.

$$P = POI \quad (2.24)$$

A gravidade (G) é traduzida pelas consequências decorrentes do incêndio, dado que no método resulta do produto entre o fator global CTI, Consequências Totais do Incêndio e a média ponderada entre o fator global DPI, Desenvolvimento e Propagação do Incêndio, e o fator global ESCI, Eficácia de Socorro e Combate ao Incêndio, equação 2.25.

$$G = CTI \times (0,2 \times DPI + 0,8 \times ESCI) \quad (2.25)$$

O fator CTI traduz as consequências no Cenário de Incêndio (CI), na Via Horizontal de Evacuação (VHE) e na Via Vertical de Evacuação (VVE). Este resulta da média aritmética das respetivas consequências parciais de incêndio, equação 2.26.

$$CTI = \frac{CPI_{CI} + CPI_{VHE} + CPI_{VVE}}{3} \quad (2.26)$$

Em que:

- $CPI_{CI}$  – Consequências Parciais de Incêndio associadas ao Cenário de Incêndio;
- $CPI_{VHE}$  – Consequências Parciais de Incêndio associadas às Vias Horizontais de Evacuação;
- $CPI_{VVE}$  – Consequências Parciais de Incêndio associadas às Vias Verticais de Evacuação.

As consequências de incêndio, em qualquer dos referidos espaços, resultam de um balanço entre o perigo potencial decorrente do incêndio e a exposição a esse perigo, equação 2.27.

$$CPI = \frac{P}{E} \quad (2.27)$$

Em que:

- CPI – Consequências Parciais de Incêndio;
- P – Perigo potencial;
- E – Exposição ao perigo.

O perigo potencial é quantificado em função dos produtos que se formam no decurso do incêndio, nomeadamente, a potência calorífica, o fumo e os gases libertados.

A exposição depende do tempo necessário para a evacuação realizada dos cenários de incêndio até ao exterior.

Assim, no método MARIEE, o valor do risco de incêndio é obtido através da equação 2.28.

$$RI = POI \times CTI \times (0,2 \times DPI + 0,8 \times ESCI) \quad (2.28)$$

A atribuição de pesos aos fatores globais DPI e ESCI deve-se, essencialmente, ao facto destes privilegiarem a preservação do património edificado em detrimento da salvaguarda da vida humana. O método MARIEE privilegia claramente o segundo critério em prejuízo do primeiro ao considerar que o fator eficácia de combate ao incêndio assume um papel de maior relevância porque corresponde ao salvamento das vítimas do sinistro, do que o fator desenvolvimento e propagação do incêndio.

Na Figura 2.2, apresentam-se os fatores intervenientes no método MARIEE, para o cálculo do valor do Risco de Incêndio (RI), [2] [3].

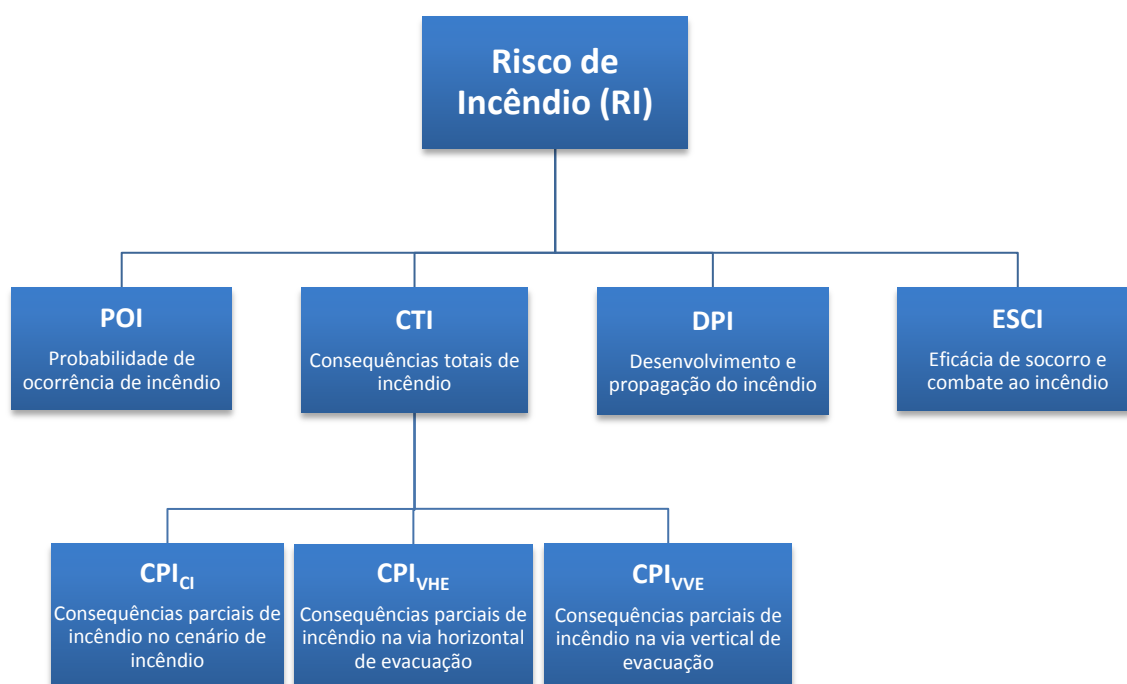


Figura 2.2 – Estrutura do método MARIEE [2], [3]

De seguida serão apresentados e descritos todos os fatores parciais dos quatros fatores globais do método MARIEE, que intervêm no cálculo do valor do risco de incêndio.

#### 2.4.3. FATOR GLOBAL PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO

##### 2.4.3.1. Descrição geral do fator global probabilidade de ocorrência de incêndio (POI)

Este fator transita do método MARIE&FEUP [4], e representa a probabilidade de ocorrência de um incêndio no edifício. O valor do fator é obtido através da média aritmética de onze fatores parciais que traduzem as características intrínsecas do edifício e do seu equipamento, equação 2.29.

$$POI = \frac{POI_{CC} + POI_{IEE} + POI_{IA} + POI_{ICONFA} + POI_{ICONSA} + POI_{IVCA} + POI_{ILGC} + POI_{EF} + POI_{EA} + POI_{PPP} + POI_{ATIV}}{11} \quad (2.29)$$

#### 2.4.3.2. Descritores associados ao fator parcial caracterização da construção (POI<sub>CC</sub>)

Este fator parcial traduz a possível contribuição do estado de conservação do edifício na origem de curto-circuitos, bem como, a ocupação anormal do mesmo.

Assim, os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Estado de conservação do edifício: a existência ou não de infiltrações;
- O edifício está ou não ocupado;
- Combustibilidade da laje: material combustível ou incombustível;
- Instalações elétricas ativas ou inativas (só se aplica no caso de edifício se encontrar desocupado);
- Vãos emparedados ou não (só se aplica no caso de edifício se encontrar desocupado).

Os valores do fator parcial POI<sub>CC</sub> são apresentados, no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Valores do POI<sub>CC</sub>, [2]

			Não há infiltrações	Há infiltrações	Há infiltrações - vãos emparedados
Ocupada	Suporte incombustível		1	1,1	-
	Suporte combustível		1,05	1,2	-
Não Ocupada	IEE inativas	Suporte incombustível	1,1	1,2	1,15
		Suporte combustível	1,2	1,3	1,25
	IEE ativas	Suporte incombustível	1,3	1,4	1,35
		Suporte combustível	1,4	1,5	1,45

Analisando o Quadro 2.1 verifica-se que os valores do fator parcial POI<sub>CC</sub> podem variar entre 1 e 1,5. O valor do fator será menor para um edifício ocupado do que para um desocupado ou com uma ocupação anormal. Assim sendo, o valor mais baixo do fator será de 1 para um edifício ocupado, com laje incombustível e sem infiltrações. Ao pior cenário, corresponde um edifício não ocupado, com instalações elétricas ativas, laje combustível e infiltrações, sendo atribuído ao fator parcial o valor de 1,5. A definição dos restantes valores deste fator parcial tem por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o início do incêndio, quer através da verificação de infiltrações, quer através da existência de lajes constituídas por materiais combustíveis ou pelo facto do edifício se encontrar desocupado.



#### 2.4.3.3. Descritores associados ao fator parcial instalações de energia elétricas ( $POI_{IEE}$ )

As instalações elétricas contribuem muitas vezes para o início do incêndio. Assim, consideram-se como fatores determinantes a proteção dos quadros elétricos, o estado de conservação da aparelhagem e circuitos e, ainda, a relação entre a potência instalada e a potência contratada, determinante para a existência ou não de sobrecarga.

Assim, os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Respeita ou não a regulamentação em vigor;
- Existe ou não instalação de energia elétrica (ou se há uma ligação ‘pirata’);
- Tipo de proteção dos quadros: disjuntores ou fusíveis;
- Estado de conservação do circuito elétrico (BCC = boas condições do circuito elétrico, MCC = más condições do circuito elétrico);
- Potência Contratada (PC) inferior ou igual à instalada (PI).

Os valores do fator parcial  $POI_{IEE}$  são apresentados, no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Valores do  $POI_{IEE}$ , [2]

	Disjuntores	Disjuntores	Fusíveis	Fusíveis	Ligação Pirata
	BCC	MCC	BCC	MCC	Não Há IEE
PI=PC	1	1,1	1,3	1,4	-
PI>PC	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8

Da análise do Quadro 2.2, constata-se que o fator  $POI_{IEE}$  pode assumir valores entre 1 e 1,8, conforme o estado de conservação das instalações. Ao valor unitário corresponde o caso em que as instalações elétricas se encontram em bom estado e cumprem todos os requisitos exigidos pela legislação, enquanto que para o valor máximo de 1,8 corresponde um caso em que a instalação elétrica é considerada como ‘pirata’. A definição dos restantes valores deste fator parcial tem por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o início do incêndio, quer através da existência de uma potência instalada excessiva face à contratada, quer através da verificação de más condições de conservação do circuito elétrico ou pelo facto da proteção dos quadros elétricos ser assegurada por fusíveis.

#### 2.4.3.4. Descritores associados ao fator parcial instalações de aquecimento ( $POI_{IA}$ )

Pretende-se com este fator parcial considerar a importância das instalações de aquecimento para o início de um incêndio, pois estas podem funcionar como fontes de ignição da combustão.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Existência de centrais térmicas, aparelhos autónomos elétricos ou catalíticos ou o uso de combustível sólido (lareiras, salamandras e fogões);
- Respeita ou não a regulamentação em vigor;
- Suporte combustível ou incombustível (aquando do uso de combustível sólido);
- Conduta de exaustão para lareiras com dupla parede ou não.

Os valores do fator parcial  $POI_{IA}$  são apresentados, no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 - Valores do  $POI_{IA}$ , [2]

			Cumprir LR	Não cumprir LR
Centrais térmicas			1	1,2
Aparelhos autónomos	Elétricos		1,05	1,25
	Catalíticos		1,1	1,35
Combustível sólido	Sobre suporte incombustível	Conduta dupla Parede+Isolamento	1,2	1,4
		Conduta simples	1,4	1,6
	Sobre suporte combustível	Conduta dupla Parede+Isolamento	1,4	1,6
		Conduta simples	1,6	1,8

Da análise do Quadro 2.3, constata-se que o fator  $POI_{IA}$  pode assumir valores entre 1 e 1,8. Este fator assume o valor de 1 para o caso das centrais térmicas cumprirem a legislação regulamentar em vigor, sendo este tipo de instalação de aquecimento o que menos contribui para a deflagração do incêndio. Pelo contrário, o sistemas de aquecimento que utilizam combustível sólido, como é o caso das lareiras, assumem o valor máximo de 1,8. Os restantes valores deste fator parcial são definidos tendo por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o início do incêndio, como a existência de aparelhos autónomos ou de sistemas de aquecimento que utilizam combustível sólido, quer através do incumprimento destes sistemas face ao disposto na legislação regulamentar.

No caso de não existirem instalações de aquecimento, o fator parcial  $POI_{IA}$  assume um valor nulo (zero).

#### 2.4.3.5. Descritores associados ao fator parcial instalações de confeção de alimentos ( $POI_{ICONFA}$ )

O fator parcial representa a contribuição das instalações de confeção de alimentos, para a ocorrência de incêndios.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Condições de instalação dos aparelhos;
- Condições de ventilação;
- Condições de extração;
- Tipo de combustível utilizado;
- Respeita ou não a legislação regulamentar em vigor.

Os valores do fator parcial  $POI_{ICONFA}$  são apresentados, no Quadro 2.4.

Quadro 2.4 - Valores do  $POI_{CONFA}$ , [2]

	Não se aplica	Cumprir LR		Não cumprir LR	
	-	Outros combustíveis	Combustível Sólido	Outros combustíveis	Combustível Sólido
Instalação	0	1	1,05	1,1	1,3
Ventilação + Extração	0	1	1,1	1,2	1,4
Instalação + Ventilação + Extração	0	1	1,2	1,3	1,6

Da análise do Quadro 2.4, constata-se que o fator parcial  $POI_{CONFA}$  pode variar entre 1 e 1,6, dependendo do cumprimento ou não da legislação em vigor e do tipo de combustível utilizado, assumindo este o valor máximo no caso do combustível utilizado ser sólido (lenha ou carvão).

Quando estas instalações não existem, este fator não é considerado e assume o valor de 0.

#### 2.4.3.6. Descritores associados ao fator parcial instalações de conservação de alimentos ( $POI_{CONSA}$ )

Este fator parcial traduz o possível contributo das instalações de conservação de alimentos para o início do incêndio.

O descritor considerado neste fator parcial resume-se ao cumprimento ou não da legislação regulamentar em vigor.

Os valores do fator parcial  $POI_{CONSA}$  são apresentados, no Quadro 3.5.

Quadro 2.5 - Valores do  $POI_{CONSA}$ , [2]

	Não se aplica	Cumprir LR	Não cumprir LR
Instalação	0	1	1,1

Neste fator, o projetista apenas se pode deparar com os casos em que a instalação cumpre ou não a regulamentação em vigor, e com a possibilidade desta instalação não existir. Nesse caso, este fator não é considerado e assume o valor de 0.

#### 2.4.3.7. Descritores associados ao fator parcial instalações de ventilação e condicionamento de ar ( $POI_{VCA}$ )

O fator parcial representa o possível contributo das instalações de ventilação e condicionamento de ar para a ocorrência do incêndio.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Cumprir ou não a regulamentação em vigor;
- Condições de instalação;

- Condições de utilização.

Os valores do fator parcial  $POI_{IVCA}$  são apresentados, no Quadro 3.6.

Quadro 2.6 - Valores do  $POI_{IVCA}$ , [2]

	Não se aplica	Cumpr LR	Não cumpre LR
Condições de instalação	0	1	1,1
Condições de utilização	0	1	1,2
Condições de instalação e de utilização	0	1	1,3

Da análise do Quadro 2.6, constata-se que o fator  $POI_{IVCA}$  pode assumir valores entre 1 e 1,3, tendo por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o início do incêndio, como o incumprimento das condições de instalação e das condições de utilização face ao disposto na legislação regulamentar.

Quando este tipo de instalação não existe, este fator não é considerado e assume o valor de 0.

#### 2.4.3.8. Descritores associados ao fator parcial instalações de líquidos e gases combustíveis ( $POI_{ILGC}$ )

Este fator parcial traduz a possível contribuição deste tipo de instalações para o início de um incêndio.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Respeita ou não a legislação em vigor;
- Armazenamento e local;
- Condições de utilização.

Os valores do fator parcial  $POI_{ILGC}$  são apresentados, no Quadro 2.7.

Quadro 2.7 - Valores de  $POI_{ILGC}$ , [2]

	Não se aplica	Cumpr LR	Não cumpre LR
Armazenamento e local	0	1	1,1
Condições de Utilização	0	1	1,2
Armazenamento e local + condições de utilização	0	1	1,4

Da análise do Quadro 2.7, constata-se que o fator  $POI_{ILGC}$  pode assumir valores entre 1 e 1,4, tendo por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o início do incêndio, como o incumprimento do armazenamento e local e das condições de utilização face ao disposto na legislação regulamentar.

Quando estas instalações não existem, este fator não é considerado e assume o valor de 0.

#### 2.4.2.9. Descritores associados ao fator parcial edifícios fronteiros ( $POI_{EF}$ )

Este fator parcial representa a possível contribuição dos edifícios já em chamas para o início de incêndio, num outro fronteiro, devido à radiação emitida através das aberturas que estão em confronto, decorrente da reduzida largura da rua.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Largura da rua superior ou inferior à exigida pela legislação em vigor;
- Cumpre ou não as exigências relativas às paredes exteriores (paredes, caixilharia, proteção de vãos exteriores).

Os valores do fator parcial  $POI_{EF}$  são apresentados, no Quadro 2.8.

Quadro 2. 8 - Valores de  $POI_{EF}$ , [2]

Largura da rua que serve o edifício	Elementos construtivos		
	Não se aplica	Cumpe LR	Não cumpre LR
Edifícios isolados	0	-	-
Distância entre edifícios > exigida pela LR	-	1	1,05
Distância entre edifícios < exigida pela LR	-	1,1	1,2
Distância inferior a 4 metros	-	1,2	1,4

Da análise do Quadro 2.8, constata-se que o fator  $POI_{EF}$  pode assumir valores entre 1 e 1,4. O valor máximo corresponde aos casos em que a distância entre os edifícios é menor do que a exigida pela legislação regulamentar em vigor e os seus elementos não cumprem as exigências regulamentares.

No caso do edifício se encontrar isolado, este fator não é considerado e assume o valor de 0.

#### 2.4.3.10. Descritores associados ao fator parcial edifícios adjacentes ( $POI_{EA}$ )

Este fator parcial representa a possível contribuição de um edifício, para o início de incêndio num outro, devido à passagem do fogo pela parede de empena quando esta não tem a resistência ao fogo apropriada.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Existência de parede de empena;
- Parede de empena respeita ou não a regulamentação em vigor.

Os valores do fator parcial  $POI_{EA}$  são apresentados, no Quadro 2.9.

Quadro 2.9 - Valores do  $POI_{EA}$ , [2]

	Não se aplica	Cumpe LR	Não cumpre LR
Edifícios sem parede de empena comum	0	-	-
Edifícios com parede de empena comum	-	1	1,1

Da análise do Quadro 2.9, constata-se que o fator  $POI_{EA}$  apenas pode tomar os valores de 1 e 1,1. Nos casos em que a parede de empena cumpre o regulamento em vigor, o fator parcial assume o valor de 1, contudo, caso não verifique a resistência exigida regulamentarmente, este agrava-se em 10% do seu valor.

Nos casos em que não existe parede de empena este fator não é considerado e assume o valor de 0.

#### 2.4.3.11. Descritores associados ao fator parcial procedimentos ou planos de prevenção ( $POI_{PPP}$ )

Os procedimentos e planos de prevenção pretendem promover a segurança dos ocupantes do edifício. Deste modo, este fator parcial avalia a contribuição dos procedimentos e planos de prevenção para a redução da probabilidade de ocorrência de incêndios.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Existência de procedimentos e planos de prevenção;
- Cumprimento ou não da legislação em vigor.

Os valores do fator parcial  $POI_{PPP}$  são apresentados, no Quadro 2.10.

Quadro 2.10 - Valores de  $POI_{PPP}$ , [2]

	Não se aplica	Cumpr LR	Não cumpre LR
Existem PPP mas não é necessário	0	0,8	-
Existem PPP	0	1	1,1
Não existem PPP	0	-	1,2

A existência de procedimentos e planos de prevenção pode ser exigida ou não pela legislação regulamentar, dependendo da UT e da categoria de risco do edifício.

Da análise do Quadro 2.10, constata-se que o valor do fator parcial  $POI_{PPP}$  pode variar entre 0,8 e 1,2, tendo por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o início do incêndio, como a inexistência de procedimentos ou planos de prevenção, quando o regulamento o exige, ou o incumprimento destes face ao disposto na legislação regulamentar. O fator assume o valor de 0,8 quando existem PPP, não sendo requerido pela legislação. Por sua vez, quando estes são exigidos regulamentarmente e não existem, o fator assume o valor de 1,2.

Quando não existem PPP e a legislação não o exige, o fator não é considerado e assume o valor de 0.

#### 2.4.3.12. Descritores associados ao fator parcial atividade ( $POI_{ATIV}$ )

Este fator parcial exprime a importância do tipo de atividade desenvolvida no edifício, para o início de incêndio.

Algumas das atividades mais comuns em zonas dos centros urbanos antigos das cidades, e valores respetivos do fator parcial  $POI_{ATIV}$ , são apresentados no Quadro 2.11.

Quadro 2.11 - Valores de  $POI_{ATIV}$

Atividade	Valor de ( $POI_{ATIV}$ )
<b>Edifícios comuns</b>	
Habitação	1,0
Administrativos	1,0
Escolas e creches jardins-de-infância	1,0
Hotéis, pensões, albergarias	1,0
Lares, hospitais, enfermarias, consultórios e clínicas	1,0
Museus, galerias de artes	1,0
Comércio - farmácia	1,0
Comércio – calçado	1,0
Restauração bares, cantinas	1,2
Comércio – têxteis	1,2
Arquivos	1,4
Bibliotecas	1,4
Armazenamento/Fabricação de vestuário	1,4
Laboratórios químicos, oficinas de pintura	1,4
Armazéns/Fabrico de artigos de papelaria	1,4
Produção/Vendas de artigos de cera	1,4
Encadernação	1,4

Da análise do Quadro 3.11, constata-se que o fator parcial  $POI_{ATIV}$  pode assumir os valores de 1,0, 1,2 ou 1,4. Os valores representam os perigos inerentes de cada atividade para a ocorrência de incêndios, como no caso referente à restauração, que devida à presença de óleos alimentares nas respetivas cozinhas e às potências acrescidas dos equipamentos possui um valor de 1,2. Do mesmo modo, para armazéns com elevada carga de incêndio, como é o caso de armazéns de vestuário ou de químicos, o perigo devido à presença de tais materiais corresponde a um aumento do valor do fator parcial para 1,4.

#### 2.4.3.13. Conclusões relativas ao fator global POI

Em síntese, apresentam-se na Figura 2.3 todos os fatores parciais do POI, bem como, todos os valores que estes podem assumir.

Fator Parcial	Limites dos fatores parciais												
POI <sub>CC</sub> - Caracterização da construção			1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
POI <sub>IEE</sub> - Instalações de energia elétrica			1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,80			
POI <sub>IA</sub> - Instalações de aquecimento		0	1,00	1,05	1,10	1,20	1,25	1,35	1,40	1,60	1,80		
POI <sub>CONFA</sub> - Instalações de confeção de alimentos		0	1,00	1,05	1,10	1,20	1,30	1,40	1,60				
POI <sub>CONSA</sub> - Instalações de conservação de alimentos		0	1,00	1,10									
POI <sub>IVCA</sub> - Instalações de ventilação e condicionamento de ar		0	1,00	1,10	1,20	1,30							
POI <sub>ILGC</sub> - Instalações de líquidos e gases combustíveis		0	1,00	1,10	1,20	1,40							
POI <sub>EF</sub> - Edifícios Fronteiros		0	1,00	1,05	1,10	1,20	1,40						
POI <sub>EA</sub> - Edifícios Adjacentes		0	1,00	1,10									
POI <sub>PPP</sub> - Procedimentos ou planos de prevenção	0	0,80	1,00	1,10	1,20								
POI <sub>ATIV</sub> - Atividade			1,00	1,20	1,40								

Figura 2.3 - Fatores parciais do POI e respetivos valores limite, [2]

No caso de todos os fatores parciais serem aplicáveis ao edifício em análise, o fator global POI assume como valor mínimo 0,982 e como valor máximo 1,4. O valor de 1,00, destacado no Figura 2.3 representa o cumprimento regulamentar dos respetivos fatores parciais.

#### 2.4.4. FATOR GLOBAL CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DE INCÊNDIO (CTI)

##### 2.4.4.1 Descrição dos Fatores Parciais Associados do Fator Global, CTI.

A elaboração do método MARIEE, feita por André Correia [2] e Jorge Pissarra [3], focou-se em grande parte no desenvolvimento deste fator global, sendo demasiado morosa a sua explicação. Deste modo, e não fazendo parte dos objetivos da presente dissertação esmiuçar a explicação do método desenvolvido, o autor recomenda a leitura das dissertações realizadas pelos dois alunos supracitados. Contudo, neste trabalho será feita uma explicação sucinta do fator global CTI, de modo a permitir a perfeita compreensão deste na aplicação do método aos edifícios existentes. Além disso, a descrição do fator global será feita tendo por base o trabalho realizado por André Correia, [2], no âmbito dos edifícios habitacionais, predominantes na área de análise para a presente dissertação.

O fator global CTI é constituído por 7 fatores parciais. Estes estão definidos separadamente para: o cenário de incêndio, vias horizontais de evacuação e vias verticais de evacuação que servem o cenário de incêndio e dependem das seguintes características do edifício, seus equipamentos e sistemas de segurança:

- Área do cenário de incêndio (CI);
- Efetivo do cenário de incêndio (CI);
- Largura das saídas do cenário de incêndio (CI);
- Sistema de deteção automática no cenário de incêndio (CI);
- Sistema de extinção automática no cenário de incêndio (CI);
- Sistema de controlo de fumo no cenário de incêndio (CI);
- Sistema de controlo de fumo na via vertical de evacuação (VVE);
- Classificação da reação ao fogo dos materiais de revestimento do cenário de incêndio (CI);



- Classificação da reação ao fogo dos materiais de revestimento da via horizontal de evacuação (VHE);
- Classificação da reação ao fogo dos materiais de revestimento da via vertical de evacuação (VVE);
- Comprimento da via horizontal de evacuação (VHE);
- Largura da via vertical de evacuação (VVE);
- Distância a percorrer na via vertical de evacuação (VVE), traduzida através da posição do cenário de incêndio no edifício (número de pisos acima e número de pisos abaixo);
- Sinalização de emergência no cenário de incêndio (CI), na via horizontal de evacuação (VHE) e na via vertical de evacuação (VVE);

Segundo Correia [2], as consequências do incêndio resultam de uma relação entre o perigo potencial do incêndio e a exposição a esse perigo. O perigo potencial é quantificado em função dos produtos que se formam no decurso do incêndio, nomeadamente, a potência calorífica, o fumo e os gases libertados. A exposição depende, essencialmente, do tempo de evacuação dos locais. Estes dois conceitos, perigo e exposição, estão de tal forma interligados que a sua análise e respetivo cálculo são feitos em conjunto.

Tal como mencionado anteriormente, a atribuição de valores aos fatores parciais associados ao fator global CTI, assenta em critérios cujo objetivo primeiro é o da salvaguarda da vida humana e da manutenção de condições ambientais compatíveis com a evacuação do edifício. Com base nestes critérios, são estabelecidos tempos de referência. Da comparação destes com o tempo de evacuação dos locais, resultam os valores dos fatores parciais.

Assim, o Global CTI é definido pelo descritivo da Figura 2.4, [2].

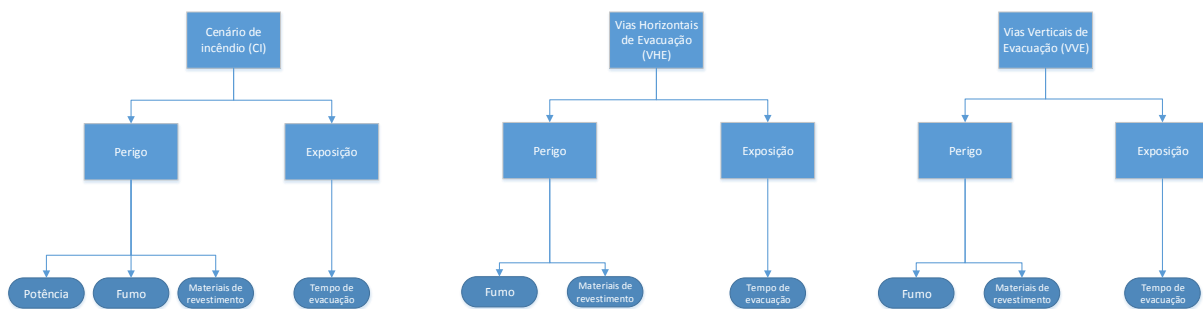


Figura 2.4 - Explicação dos Cenários das Consequências parciais de Incêndio, [2]

#### 2.4.4.2. Descrição do fator parcial Consequências Parciais de Incêndio no Cenário de Incêndio, $CPI_{CI}$

O fator parcial  $CPI_{CI}$ , obtido através da equação 2.30, [2], traduz a contribuição da potência libertada, do fumo produzido e dos materiais de revestimento do cenário de incêndio, para as consequências totais do incêndio.

$$CPI_{CI} = \frac{CPI_{CIP} + CPI_{CIF} + CPI_{CIMR}}{3} \quad (2.30)$$

Em que:

- $CPI_{CIP}$  – Consequências Parciais de Incêndio associadas à potência calorífica libertada no CI;
- $CPI_{CIF}$  – Consequências Parciais de Incêndio associadas ao fumo produzido no CI;
- $CPI_{CIMR}$  – Consequências Parciais de Incêndio associadas à reação ao fogo dos materiais de revestimento no CI;

#### 2.4.4.3. Descritores associados ao fator parcial Consequências Parciais de Incêndio no Cenário de Incêndio, $CPI_{CI}$

Segundo Correia [2], os descritores considerados para este fator parcial são os seguintes:

- **Área do cenário de incêndio:** exprime os valores de áreas dos cenários de incêndio, verosímeis e compatíveis com o edificado urbano de acordo, Quadro 2.12;
- **Efetivo do cenário de incêndio:** de acordo com as utilizações-tipo correspondentes ao âmbito desta dissertação, foram estabelecidos valores de efetivo, verosímeis e compatíveis com as áreas admitidas, Quadro 2.12;

Quadro 2.12 - Valores admitidos para as áreas do CI e respetivo efetivo, [2]

Área do compartimento (m <sup>2</sup> )	9	16	25	36	50	64	75	100	125	150	175	200
Escalões de efetivo	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6
	-	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10	7-10
	-	-	11-15	11-15	11-15	11-15	11-15	11-15	11-15	11-15	11-15	11-15
	-	-	16-20	16-20	16-20	16-20	16-20	16-20	16-20	16-20	16-20	16-20
	-	-	21-30	21-30	21-30	21-30	21-30	21-30	21-30	21-30	21-30	21-30
	-	-	31-50	31-50	31-50	31-50	31-50	31-50	31-50	31-50	31-50	31-50
	-	-	-	51-75	51-75	51-75	51-75	51-75	51-75	51-75	51-75	51-75
	-	-	-	-	76-100	76-100	76-100	76-100	76-100	76-100	76-100	76-100
	-	-	-	-	-	101-125	101-125	101-125	101-125	101-125	101-125	101-125
	-	-	-	-	-	-	126-150	126-150	126-150	126-150	126-150	126-150
	-	-	-	-	-	-	151-175	151-175	151-175	151-175	151-175	151-175
	-	-	-	-	-	-	176-200	176-200	176-200	176-200	176-200	176-200

- **Largura das saídas do cenário de incêndio:** a largura das saídas do cenário de incêndio é estabelecida com base no respetivo efetivo, de acordo com o artigo 56º da Portaria nº 1532/2008.

- **Sistema de detecção automática no cenário de incêndio (SADI):** este descritor traduz a existência ou não de sistema de detecção automática no cenário de incêndio. Em caso de existência, este pode ser termo-velocimétrico ou ótico. A cada um deles está associado o respetivo tempo de detecção: 150 segundos no caso de inexistência deste tipo de sistema, 100 segundos para o detetor termo-velocimétrico e 50 segundos para o detetor ótico.
- **Sistema de extinção automática no cenário de incêndio (SEA):** este descritor traduz a existência ou não de sistema de extinção automática no cenário de incêndio. O objetivo da atuação dos sprinklers não passa por extinguir o incêndio mas sim proceder ao seu controlo, reduzindo a potência calorífica libertada.
- **Sistema de controlo de fumo no cenário de incêndio:** este descritor traduz a existência ou não de sistema de controlo de fumo no cenário de incêndio. No método são consideradas duas hipóteses: existência de sistema ativo de controlo de fumo ou inexistência deste. Não é considerada a possibilidade de existência de meios passivos de controlo de fumo.
- **Classificação da reação ao fogo dos materiais de revestimento do cenário de incêndio:** quantifica a contribuição dos materiais de revestimento do cenário de incêndio, para as consequências totais de incêndio. São consideradas classes admitidas, em relação às quais é feita a avaliação dos materiais existentes no cenário de incêndio.
- **Sinalização e iluminação de emergência no cenário de incêndio:** este descritor traduz a existência ou não de sinalização e iluminação de emergência no cenário de incêndio. A sua existência traduz-se no valor da velocidade com que a evacuação dos locais é realizada e, consequentemente, no tempo de evacuação.
- **Exercícios e simulacros realizados pelos ocupantes do edifício:** este descritor traduz a realização de exercícios de evacuação por parte dos ocupantes do edifício. A sua realização traduz-se no valor da velocidade com que a evacuação dos locais é realizada e, consequentemente, no tempo de evacuação.

#### 2.4.4.3.1. Tempo de evacuação do cenário de incêndio

Tal como mencionado anteriormente, o valor do fator parcial  $CPI_{CI}$  resulta da comparação do tempo de referência com o tempo de evacuação dos locais. Este fator contempla, assim, o perigo e a exposição relativa à potência calorífica produzida, no cenário de incêndio, conforme esmiuçado por Correia, [2].

Segundo Correia [2], o tempo de evacuação do cenário de incêndio resulta da soma do tempo de detecção, do tempo de percurso no cenário de incêndio e do tempo de atravessamento dos vãos, equação 2.31.

$$t_{Ev CI} = t_{Det} + t_{Per CI} + t_{Av} \quad (2.31)$$

Em que:

- $t_{Ev CI}$  – Tempo de evacuação do cenário de incêndio (s);
- $t_{Det}$  – Tempo de detecção de incêndio (s);

- $t_{\text{Per CI}}$  – Tempo necessário para a realização do percurso para atingir a saída do cenário de incêndio (s);
- $t_{\text{Av}}$  – Tempo correspondente ao atravessamento das saídas por parte dos ocupantes (s).

O tempo de detecção representa o instante em que os ocupantes têm conhecimento do incêndio. Segundo os estudos realizados por Correia [2], a existência de sistema de detecção automática e o seu tipo condicionam o tempo de detecção, podendo este assumir diferentes valores:

- **Sem sistema de detecção automática (sem SADI):** tempo de detecção – 150 segundos;
- **Detetor termo-velocimétrico:** tempo de detecção – 100 segundos;
- **Detetor ótico:** tempo médio de detecção – 50 segundos.

O tempo de percurso representa o tempo necessário para a realização do trajeto até se atingir a saída do cenário de incêndio e é obtido através do quociente entre a distância a percorrer e a respetiva velocidade, equação 2.32.

$$t_{\text{per}} = \frac{d}{V_H} \quad (2.32)$$

Em que:

- $t_{\text{per}}$  – Tempo necessário para a realização do percurso para atingir a saída do cenário de incêndio (s);
- $d$  – Distância a percorrer pelos ocupantes até à saída do cenário de incêndio (m);
- $V_H$  – Velocidade horizontal de evacuação (m/s).

Para a distância o método considera, de forma conservativa, a soma de dois lados do cenário de incêndio, tal como demonstrado na Figura 2.5.

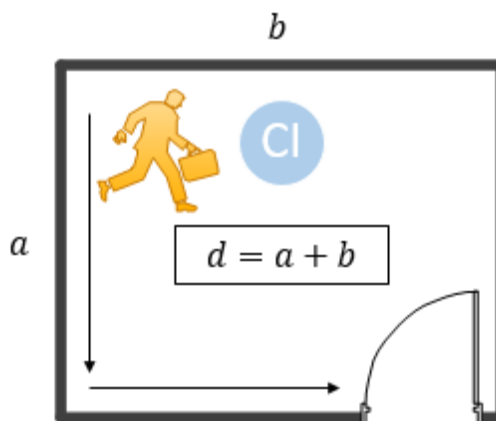


Figura 2.5 - Distância a percorrer pelos ocupantes até à saída do cenário de incêndio, [2]

A velocidade horizontal de evacuação depende da existência ou não dos seguintes descritores, no cenário de incêndio:

- Sinalização de emergência;
- Iluminação de emergência;
- Realização de simulacros pelos ocupantes do edifício.

Assim, o método MARIEE considera 4 velocidades horizontais de evacuação diferentes, Figura 2.6:

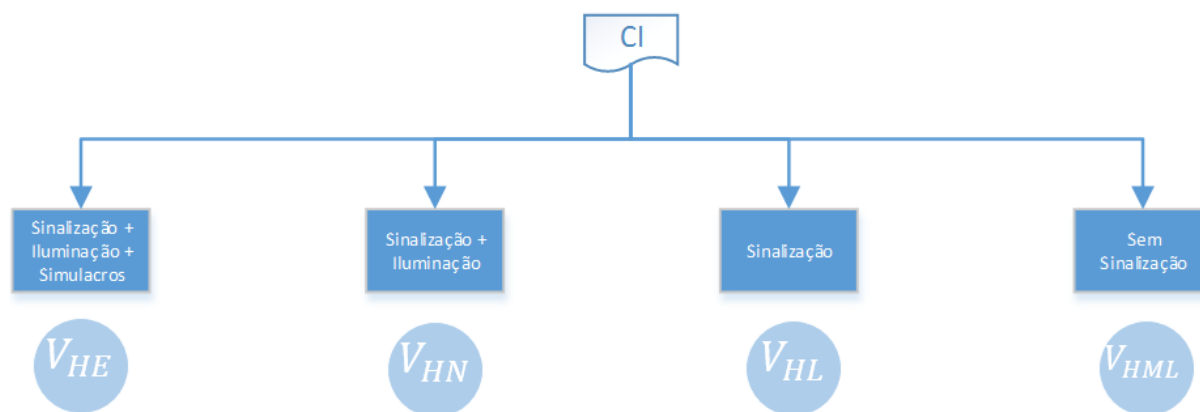


Figura 2.6 - Velocidades de evacuação do cenário de incêndio, [2]

- **Velocidade horizontal para condições de movimento de emergência ( $V_{HE}$ )**, considerada nos cenários de incêndio com sinalização e iluminação de emergência e em que são realizados simulacros por parte dos ocupantes do edifício;
- **Velocidade horizontal para condições normais de movimento ( $V_{HN}$ )**, considerada nos cenários de incêndio com sinalização e iluminação de emergência;
- **Velocidade horizontal para condições de movimento lento ( $V_{HL}$ )**, considerada nos cenários de incêndio com apenas sinalização de emergência;
- **Velocidade horizontal para condições de movimento muito lento ( $V_{HML}$ )**, considerada nos casos em que não existe sinalização de emergência no cenário de incêndio. No método MARIEE, a inexistência deste dispositivo traduz-se numa redução da velocidade de deslocamento em 90% da velocidade em condições normais de movimento ( $V_{HN}$ ).

A sinalização de emergência é fundamental para a segurança dos ocupantes, não existindo qualquer razão para que não seja implantada numa operação de reabilitação.

Assim, definida a velocidade e a distância a percorrer, o tempo de percurso é calculado através da equação 2.29.

Relativamente ao cálculo do tempo de atravessamento dos vãos, o método admite que os ocupantes se distribuem pelas diferentes saídas, proporcionalmente à largura destas. Considera-se que as vias de evacuação conseguem acomodar as pessoas que deixam o cenário de incêndio, não havendo assim bloqueamento das saídas.

Assim, segundo Correia [2], o tempo de atravessamento dos vãos é dado pela equação 2.33.

$$t_{AV} = \frac{Efetivo\ máximo}{V_H \times Ls} \quad (2.33)$$

Em que:

- $V_H$  – Velocidade horizontal de evacuação do cenário de incêndio (m/s);
- $Ls$  – Somatório da largura das várias saídas do cenário de incêndio (m).

A largura das saídas do cenário de incêndio é estabelecida com base no respetivo efetivo, de acordo com o artigo 56º da Portaria nº 1532/2008 [7], Quadro 2.13.

Quadro 2.13 - Largura das saídas do CI, de acordo com o artigo 56º da Portaria nº 1532/2008, [2]

Efetivo	UP	$\Sigma Ls$
1 - 3	1	0,9
4 - 6	1	0,9
7 - 10	1	0,9
11 - 15	1	0,9
16 - 20	1	0,9
21 - 30	1	0,9
31 - 50	1	0,9
51 - 75	2	1,4
76 - 100	2	1,4
101 - 125	3	1,8
126 - 150	3	1,8
151 - 175	3	1,8
176 - 200	3	1,8

Na dissertação realizada por André Correia [2], com o recurso ao software informático *Microsoft Excel*, foram calculadas as várias velocidades, tempos de percurso e tempos de atravessamento correspondentes a cada área e respetivo efetivo. Na Figura 2.7, apresenta-se um excerto dessa folha de cálculo.

CI																
UP =1 -> efetivo até 50; UP=2-> efetivo até 100; UP=3-> efetivo até 200																
AP (m2)	L (m)	Efetivo	Efetivo máximo	Da	VHN (m/s)	VHE (m/s)	VHL (m/s)	VHML (m/s)	TAV N(s)	TAV E(s)	TAV L(s)	TAV ML(s)	tp N (s)	tp E(s)	tp L(s)	tp ML(s)
9	6	1 - 3	3	0,042	0,81	1,20	0,41	0,08	4,11	2,78	8,22	41,08	7,39	5,01	14,79	73,94
		4 - 6	6	0,083	0,70	1,02	0,35	0,07	9,58	6,56	19,17	95,83	8,62	5,91	17,25	86,25
16	8	1 - 3	3	0,023	0,87	1,29	0,43	0,09	3,84	2,59	7,67	38,35	9,20	6,21	18,41	92,05
		4 - 6	6	0,047	0,80	1,17	0,40	0,08	8,38	5,69	16,75	83,77	10,05	6,82	20,11	100,53
		7 - 10	10	0,078	0,71	1,04	0,35	0,07	15,67	10,72	31,34	156,72	11,28	7,72	22,57	112,84
25	10	1 - 3	3	0,015	0,90	1,33	0,45	0,09	3,71	2,50	7,43	37,15	11,14	7,51	22,29	111,44
		4 - 6	6	0,030	0,85	1,25	0,42	0,08	7,86	5,32	15,73	78,63	11,79	7,97	23,59	117,94
		7 - 10	10	0,050	0,79	1,16	0,39	0,08	14,13	9,60	28,25	141,26	12,71	8,64	25,43	127,14
		11 - 15	15	0,075	0,72	1,05	0,36	0,07	23,24	15,89	46,48	232,41	13,94	9,53	27,89	139,45
		16 - 20	20	0,100	0,66	0,95	0,33	0,07	33,92	23,33	67,83	339,16	15,26	10,50	30,52	152,62
		21 - 30	30	0,150	0,55	0,79	0,28	0,06	60,37	42,04	120,73	603,67	18,11	12,61	36,22	181,10
		31 - 50	50	0,250	0,42	0,58	0,21	0,04	133,17	95,12	266,33	1331,67	23,97	17,12	47,94	239,70
36	12	1 - 3	3	0,010	0,91	1,36	0,46	0,09	3,65	2,46	7,30	36,51	13,14	8,84	26,28	131,42
		4 - 6	6	0,021	0,88	1,30	0,44	0,09	7,60	5,12	15,19	75,95	13,67	9,22	27,34	136,71
		7 - 10	10	0,035	0,83	1,23	0,42	0,08	13,34	9,03	26,68	133,40	14,41	9,75	28,81	144,07
		11 - 15	15	0,052	0,78	1,15	0,39	0,08	21,35	14,51	42,71	213,55	15,38	10,45	30,75	153,75
		16 - 20	20	0,069	0,73	1,07	0,37	0,07	30,36	20,73	60,73	303,63	16,40	11,19	32,79	163,96
		21 - 30	30	0,104	0,65	0,94	0,32	0,06	51,63	35,55	103,26	516,31	18,59	12,80	37,17	185,87
		31 - 50	50	0,174	0,51	0,73	0,26	0,05	108,43	75,96	216,87	1084,34	23,42	16,41	46,84	234,22
		51 - 75	75	0,260	0,41	0,57	0,20	0,04	131,37	94,09	262,73	1313,67	29,43	21,08	58,85	294,26

Figura 2.7- Excerto da folha de cálculo do Microsoft Excel usada para o cálculo das várias velocidades, tempos de percurso e tempos de atravessamento correspondentes a cada área e respetivo efetivo, [2]

#### 2.4.4.3.2. Valores atribuídos ao fator parcial $CPI_{CIP}$

Através do quociente entre o tempo limite de exposição à potência calorífica e o tempo de evacuação, Correia [2] estabeleceu uma correspondência para atribuição do respetivo valor do fator  $CPI_{CIP}$ , Quadro 2.14.

Quadro 2.14 - Valores do fator  $CPI_{CIP}$ , [2]

$t_{limite}/t_{percurso}$	Fator
]0-0,5]	1,3
]0,5-1]	1,2
]1-2]	1,1
]2-3]	1,0
]3-4]	0,95
]4-6]	0,90
]6-9]	0,85
>9	0,80

Deste modo, apresenta-se um excerto da folha de cálculo do *Microsoft Excel* usada para o cálculo do  $CPI_{CIP}$ , quando o cenário de incêndio não tem SADI nem sistema automático de extinção.

AP (m2)	d (m)	Q limite (KW)	t limite (s)	Efetivo	Efetivo máximo	t percurso (s)	t deteção (s)	t atravessamento (s)	tp + td + tat (s)	t limite/tp+td+tat	Fator
9	1,50	236	146	1 - 3	3	5,01	150	2,78	158	0,92	1,2
9	1,50	236	146	4 - 6	6	5,91	150	6,56	162	0,90	1,2
16	2,00	419	194	1 - 3	3	6,21	150	2,59	159	1,22	1,1
16	2,00	419	194	4 - 6	6	6,82	150	5,69	163	1,19	1,1
16	2,00	419	194	7 - 10	10	7,72	150	10,72	168	1,15	1,1
25	2,50	654	243	1 - 3	3	7,51	150	2,50	160	1,52	1,1
25	2,50	654	243	4 - 6	6	7,97	150	5,32	163	1,49	1,1
25	2,50	654	243	7 - 10	10	8,64	150	9,60	168	1,44	1,1
25	2,50	654	243	11 - 15	15	9,53	150	15,89	175	1,38	1,1
25	2,50	654	243	16 - 20	20	10,50	150	23,33	184	1,32	1,1
25	2,50	654	243	21 - 30	30	12,61	150	42,04	205	1,19	1,1
25	2,50	654	243	31 - 50	50	17,12	150	95,12	262	0,93	1,2
36	3,00	942	291	1 - 3	3	8,84	150	2,46	161	1,81	1,1
36	3,00	942	291	4 - 6	6	9,22	150	5,12	164	1,77	1,1
36	3,00	942	291	7 - 10	10	9,75	150	9,03	169	1,73	1,1
36	3,00	942	291	11 - 15	15	10,45	150	14,51	175	1,66	1,1
36	3,00	942	291	16 - 20	20	11,19	150	20,73	182	1,60	1,1
36	3,00	942	291	21 - 30	30	12,80	150	35,55	198	1,47	1,1
36	3,00	942	291	31 - 50	50	16,41	150	75,96	242	1,20	1,1
36	3,00	942	291	51 - 75	75	21,08	150	94,09	265	1,10	1,1

Figura 2.8 - Excerto da folha de cálculo do Microsoft Excel usada para o cálculo do CPICIP, quando o cenário de incêndio não tem SADI nem sistema automático de extinção, [2]

#### 2.4.4.3.3. Sistema de controlo de fumo no Cenário de Incêndio

Este descritor traduz a existência ou não de sistema de controlo de fumo no cenário de incêndio. A sua existência reflete-se na melhoria das condições ambientais do local e retarda a passagem de fumo do cenário de incêndio para as vias de evacuação.

No método MARIEE, são consideradas duas hipóteses: existência de sistema ativo de controlo de fumo ou inexistência deste. Não é considerada a possibilidade de existência de meios passivos de controlo de fumo, uma vez, que se considera improvável a abertura de janelas por parte dos ocupantes ou equipas de segurança no decurso do incêndio. Ao não ser considerada essa possibilidade, o método encontra-se do lado da segurança.

Relativamente aos sistemas de desenfumagem ativa, e de acordo com o artigo 154º da Portaria 1532/2008 [7], o método proposto considera os seguintes caudais de extração de fumo:

- 1,5 m³/s para áreas do cenário de incêndio iguais ou inferiores a 100 m²;
- 2 m³/s para áreas do cenário de incêndio superiores a 100 m².

Assim, nos casos em que o cenário de incêndio possui meios ativos de controlo de fumo, a evolução do volume de fumo acumulado é dada pelo integral da subtração entre o volume de fumo produzido e o volume de fumo extraído, equação 2.34.

$$V_{f\text{ com ext CI}} = \int V - V_{\text{ext CI}} dt \quad (2.34)$$

Em que:

- $V_{f\text{ com ext CI}}$  – Volume de fumo acumulado no cenário de incêndio com sistema de desenfumagem ativa (m³);
- $V$  – Caudal volúmico de fumo produzido (m³/s);
- $V_{\text{ext CI}}$  – Caudal volúmico de fumo extraído (m³/s).



O cálculo do volume de fumo acumulado, através da equação 2.31, só é aplicado a partir do instante em que se verifica um caudal volúmico de fumo produzido superior ao caudal volúmico de fumo extraído. Enquanto tal condição não se verificar, considera-se que todo o volume fumo produzido está a ser extraído. Salienta-se o facto da metodologia de cálculo dos tipos de volumes supracitados encontrar-se detalhado nas dissertações de André Correia [2] e Jorge Pissarra [3].

A título de exemplo, apresenta-se na Figura 2.8, um excerto da folha de cálculo de Correia [2], utilizada para o cálculo do volume de fumo acumulado no cenário de incêndio, com sistema ativo de controlo de fumo. O caudal volúmico de extração considerado neste exemplo é de 1,5 m<sup>3</sup>/s.

t(s)	m (kg)/s	T (°C)	T (K)	d (kg/m <sup>3</sup> )	V (m <sup>3</sup> /s)	V(m <sup>3</sup> )	V c/exaustão (m <sup>3</sup> /s)	V c/exaustao (m <sup>3</sup> )
1	0,088	23,1	296,1	1,192	0,074	0,796	-1,426	0
2	0,139	23,2	296,2	1,192	0,117	1,600	-1,383	0
3	0,183	23,4	296,4	1,191	0,153	2,413	-1,347	0
4	0,221	23,6	296,6	1,190	0,186	3,234	-1,314	0
5	0,257	23,8	296,8	1,190	0,216	4,064	-1,284	0
6	0,290	24,0	297,0	1,189	0,244	4,902	-1,256	0
7	0,322	24,2	297,2	1,188	0,271	5,750	-1,229	0
8	0,352	24,4	297,4	1,187	0,297	6,606	-1,203	0
9	0,381	24,7	297,7	1,186	0,321	7,471	-1,179	0
10	0,409	24,9	297,9	1,185	0,345	8,345	-1,155	0
11	0,436	25,2	298,2	1,184	0,368	9,228	-1,132	0
12	0,462	25,4	298,4	1,183	0,391	10,120	-1,109	0
13	0,488	25,7	298,7	1,182	0,413	11,021	-1,087	0
14	0,513	26,0	299,0	1,181	0,434	11,932	-1,066	0
15	0,537	26,3	299,3	1,180	0,455	12,851	-1,045	0
16	0,561	26,5	299,5	1,179	0,476	13,780	-1,024	0
17	0,584	26,8	299,8	1,177	0,496	14,718	-1,004	0
18	0,607	27,1	300,1	1,176	0,516	15,666	-0,984	0
19	0,630	27,5	300,5	1,175	0,536	16,623	-0,964	0
20	0,652	27,8	300,8	1,174	0,556	17,590	-0,944	0

Figura 2.9 - Excerto da folha de cálculo do Microsoft Excel usada para o cálculo do volume de fumo acumulado no cenário de incêndio, com sistema ativo de controlo de fumo, [2]

Da análise da Figura 2.8, constata-se que os valores da oitava coluna, referente à subtração entre o caudal volúmico de fumo produzido e extraído, são negativos. Tal deve-se ao facto de nos instantes iniciais do incêndio, o caudal volúmico de produção de fumo ser inferior ao de extração. Por conseguinte, o respetivo volume de fumo acumulado no cenário de incêndio, nona coluna, é igual a 0 m<sup>3</sup>.

Relativamente à definição do limite de volume de fumo acumulado, o critério adotado no método considera que este deve ser compatível com a presença humana e que deve as garantir condições ambientais que permitam a realização da evacuação do cenário de incêndio.

Assim, no método MARIEE, o critério adotado é o da manutenção de uma camada livre de fumo de dois metros, Figura 2.9.

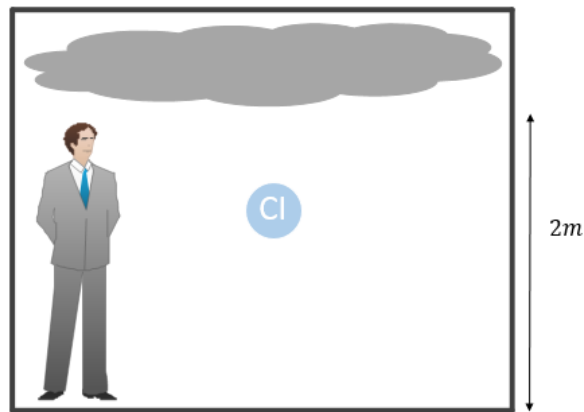


Figura 2. 10 - Camada livre de fumo de dois metros, [2]

Deste resulta que o volume limite de fumo acumulado no cenário de incêndio é definido pela equação 2.35.

$$Vf_{limiteCI} = A_{CI} \times (Z - 2) \quad (2.35)$$

Em que:

- $Vf_{limiteCI}$  – Volume limite de fumo acumulado no cenário de incêndio ( $m^3$ );
- $A_{CI}$  – Área do cenário de incêndio ( $m^2$ );
- $Z$  – Pé direito livre do cenário de incêndio (m).

#### 2.4.4.3.4. Valores atribuídos ao fator parcial $CPI_{CIF}$

Segundo Correia [2], o valor do fator parcial  $CPI_{CIF}$  resulta da comparação do tempo de referência com o tempo de evacuação dos locais. Este contempla o perigo e a exposição relativos à produção de fumo no cenário de incêndio.

Através do quociente entre o tempo limite de volume de fumo e o tempo de evacuação, é estabelecida uma correspondência para atribuição do respetivo valor do fator  $CPI_{CIF}$ , Quadro 2.15.

Quadro 2.15 - Valores do fator  $CPI_{CIF}$

$t_{limite}/t_{percurso}$	Fator
]0-0,5]	1,6
]0,5-0,75]	1,4
]0,75-1]	1,2
]1-1,25]	1,15
]1,25-1,5]	1,10
]1,5-2]	1,05
]2-3]	1,0
]3-4]	0,90

Da análise do Quadro 2.15, constata-se que o  $CPI_{CIF}$  assume como valor máximo 1,6 enquanto o  $CPI_{CIP}$  assume como valor máximo 1,3, Quadro 2.14.

Isto deve-se ao facto do método MARIEE considerar a exposição ao fumo mais gravosa do que a exposição à potência calorífica, devido principalmente à toxicidade dos gases presentes no fumo.

Assim, a título de exemplo, a Figura 2.10 apresenta um excerto da folha de cálculo do *Microsoft Excel* de Correia [2], para o cálculo do  $CPI_{CIF}$ , quando o cenário de incêndio tem detetor ótico e sistema ativo de controlo de fumo.

AP (m2)	V fumo limite (m3)	t limite (s)	Efetivo	Efectivo máximo	t percurso (s)	t deteção (s)	tp+td (s)	t atravessamento (s)	tp + td + tat (s)	t limite/tp+td	Fator
9	9	96	1 - 3	3	5,01	50	55	2,78	58	1,66	1,05
9	9	96	4 - 6	6	5,91	50	56	6,56	62	1,54	1,05
16	16	107	1 - 3	3	6,21	50	56	2,59	59	1,82	1,05
16	16	107	4 - 6	6	6,82	50	57	5,69	63	1,71	1,05
16	16	107	7 - 10	10	7,72	50	58	10,72	68	1,56	1,05
25	25	118	1 - 3	3	7,51	50	58	2,50	60	1,97	1,05
25	25	118	4 - 6	6	7,97	50	58	5,32	63	1,86	1,05
25	25	118	7 - 10	10	8,64	50	59	9,60	68	1,73	1,05
25	25	118	11 - 15	15	9,53	50	60	15,89	75	1,56	1,05
25	25	118	16 - 20	20	10,50	50	60	23,33	84	1,41	1,1
25	25	118	21 - 30	30	12,61	50	63	42,04	105	1,13	1,15
25	25	118	31 - 50	50	17,12	50	67	95,12	162	0,73	1,4
36	36	130	1 - 3	3	8,84	50	59	2,46	61	2,12	1
36	36	130	4 - 6	6	9,22	50	59	5,12	64	2,02	1
36	36	130	7 - 10	10	9,75	50	60	9,03	69	1,89	1,05
36	36	130	11 - 15	15	10,45	50	60	14,51	75	1,73	1,05
36	36	130	16 - 20	20	11,19	50	61	20,73	82	1,59	1,05
36	36	130	21 - 30	30	12,80	50	63	35,55	98	1,32	1,1
36	36	130	31 - 50	50	16,41	50	66	75,96	142	0,91	1,2
36	36	130	51 - 75	75	21,08	50	71	94,09	165	0,79	1,2

Figura 2.11- Excerto da folha de cálculo do Microsoft Excel usada para o cálculo do  $CPI_{CIF}$ , quando o cenário de incêndio tem detetor ótico e sistema ativo de controlo de fumo, [2]

#### 2.4.4.3.5. Valores atribuídos ao fator parcial $CPI_{CIMR}$

Os materiais de revestimento do cenário de incêndio podem aumentar o perigo potencial do incêndio se não for assegurada uma qualificação mínima.

A legislação em vigor estabelece, com exceção da UT I, a qualificação mínima a que devem obedecer os materiais de revestimento do cenário de incêndio, para cada local de risco. No entanto, dado que essa qualificação mínima foi estabelecida para edifícios novos, tal não foi considerada no método MARIEE. Isto porque a legislação atual é bastante mais exigente, no que concerne à qualificação mínima de reação ao fogo dos materiais de revestimento, do que a legislação que vigorava antes de 1 de janeiro de 2009. Tal consideração implicaria, no método MARIEE, um agravamento excessivo do risco de incêndio dos edifícios construídos antes dessa data.

Assim o método admite, para os tetos, paredes e pavimentos do cenário de incêndio, qualificações mínimas menos exigentes de reação ao fogo dos materiais de revestimento, segundo os Quadros 2.16 e 2.17.

Quadro 2.16 - Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de teto e paredes do cenário de incêndio, [2]

Locais	A	B	C	D, E e F
Classes exigidas	D-s2 d2	A2-s1 d0	A1	A1
Classes admitidas	D-s2 d2	B-s1 d0	B-s1 d0	B-s1 d0

Quadro 2.17 - Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos do cenário de incêndio, [2]

Locais	A	B	C	D, E e F
Classes exigidas	E <sub>FL</sub> -s2	C <sub>FL</sub> -s2	A1 <sub>FL</sub>	C <sub>FL</sub> -s2
Classes admitidas	E <sub>FI</sub> -s2	C <sub>FL</sub> -s2	B <sub>FL</sub> -s1	C <sub>FL</sub> -s2

Como tal, os descritores considerados no fator  $CPI_{CIMR}$  são os seguintes:

- Respeita ou não as classes admitidas;
- A diferença entre classes, caso não respeite.

Os valores do fator parcial  $CPI_{CIMR}$  são apresentados no Quadro 2.18.

Quadro 2.18 - Valores do fator  $CPI_{CIMR}$ , [2]

	Teto	Paredes	Pavimento
Melhor do que as classes admitidas	0,9	0,9	0,9
Respeita classes admitidas	1	1	1
< 1 Classe	1,05	1,05	1
< 2 Classes	1,15	1,1	1,05
< 3 Classes	1,3	1,15	1,1
< 4 Classes	1,4	1,2	1,15

O valor do fator  $CPI_{CIMR}$  resulta do máximo das três combinações. No caso do teto, as paredes e o pavimento não respeitarem as classes admitidas e sendo a diferença máxima entre classes de 3, o valor do fator é igual a 1,3.

O teto é o elemento construtivo com maior importância no caso de incêndio, pelo que os seus materiais de revestimento devem garantir uma reação fogo que permita a evacuação segura dos ocupantes do edifício. Assim, no Quadro 2.18, uma variação de classes de reação ao fogo para os tetos conduz a maiores valores do fator  $CPI_{CIMR}$  relativamente aos valores assumidos para uma variação de classes de reação ao fogo dos restantes elementos.

#### 2.4.4.4. Definição dos fatores parciais $CPI_{VHE}$ e $CPI_{VVE}$

Relativamente à determinação dos restantes fatores parciais do fator global CTI, o fator  $CPI_{VHE}$  e  $CPI_{VVE}$ , esta é em tudo semelhante ao fator parcial até aqui descrito,  $CPI_{CI}$ , pelo que dispensa-se a sua exposição.

Salienta-se só o facto de que para as Vias Horizontais de Evacuação (VHE) e para as Vias Verticais de Evacuação (VVE) os materiais de revestimento exigidos pela legislação regulamentar são distintas dos do Cenário de Incêndio.

#### 2.4.4.4.1. Definição dos valores atribuídos ao fator parcial $CPI_{VHEMR}$

As classes de reação ao fogo, admitidas pelo método MARIEE, para as VHE são apresentadas nos Quadros 2.19 e 2.20, respetivamente para revestimentos dos tetos e paredes e dos pavimentos

Quadro 2.19 - Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento dos tetos e paredes das VHE, [2]

Locais	Ao ar livre ou em pisos até 9m de altura	Em pisos entre 9m e 28m	Em pisos acima de 28m
Classes exigidas	C-s3 d1	C-s2 d0	A2-s1 d0
Classes admitidas	C-s2 d1	C-s2 d0	B-s1 d0

Quadro 2.20 - Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos das VHE, [2]

Locais	Ao ar livre ou em pisos até 9m de altura	Em pisos entre 9m e 28m	Em pisos acima de 28m
Classes exigidas	D <sub>FL</sub> -s3	C <sub>FL</sub> -s2	C <sub>FL</sub> -s1
Classes admitidas	E <sub>FL</sub> -s2	C <sub>FL</sub> -s2	C <sub>FL</sub> -s2

Como tal, os descritores considerados no fator parcial  $CPI_{VHEMR}$  são os seguintes:

- Respeita ou não as classes admitidas;
- A diferença entre classes, caso não respeite.

Os valores do fator parcial  $CPI_{VHEMR}$  são apresentados no Quadro 2.21.

Quadro 2.21 - Valores do fator  $CPI_{VHEMR}$ , [2]

	Teto	Paredes	Pavimento
Melhor do que as classes admitidas	0,9	0,9	0,9
Respeita classes admitidas	1	1	1
< 1 Classe	1,05	1,05	1
< 2 Classes	1,15	1,1	1,05
< 3 Classes	1,3	1,15	1,1
< 4 Classes	1,4	1,2	1,15

#### 2.4.4.4.2. Definição dos valores atribuídos ao fator parcial $CPI_{VVEMR}$

As classes de reação ao fogo, admitidas pelo método MARIEE, para as VVE são Quadros 2.22 e 2.23, respetivamente para revestimentos dos tetos e paredes e dos pavimentos.

Quadro 2.22 - Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento dos tetos e paredes das VVE, [2]

Locais	Ao ar livre	No interior dos edifícios	
		Pequena e média altura	Grande e muito grande altura
Classes exigidas	B-s3 d0	A2-s1 d0	A1
Classes admitidas	C-s3 d0	B-s1 d0	A2-s1 d0

Quadro 2.23 - Classes de reação ao fogo dos materiais de revestimento de pavimentos das VVE, [2]

Locais	Ao ar livre	No interior dos edifícios	
		Pequena e média altura	Grande e muito grande altura
Classes exigidas	C <sub>FL</sub> -s3	C <sub>FL</sub> -s1	C <sub>FL</sub> -s1
Classes admitidas	E <sub>FL</sub> -s2	C <sub>FL</sub> -s2	C <sub>FL</sub> -s2

Como tal, os descritores considerados no fator parcial  $CPI_{VHEMR}$  são os seguintes:

- Respeita ou não as classes admitidas;
- A diferença entre classes, caso não respeite

Os valores do fator parcial  $CPI_{VVEMR}$  são apresentados no Quadro 2.24.

Quadro 2. 24 - Valores do  $CPI_{VVEMR}$ , [2]

	Teto	Paredes	Pavimento
Melhor do que as classes admitidas	0,9	0,9	0,9
Respeita classes admitidas	1	1	1
< 1 Classe	1,05	1,05	1
< 2 Classes	1,15	1,1	1,05
< 3 Classes	1,3	1,15	1,1
< 4 Classes	1,4	1,2	1,15

Como referido no princípio da descrição do fator global CTI, o autor recomenda a leitura da dissertação de André Correia [2] e Jorge Pissarra [3], para melhor entender a metodologia de cálculo dos fatores parciais Consequências Parciais de Incêndio, para o cenário de incêndio, vias horizontais de evacuação e vias verticais de evacuação.

Todas as folhas de cálculo, utilizadas por Correia [2] e Pissarra [3] encontram-se anexados no CD da presente dissertação.

#### 2.4.5. FATOR GLOBAL DESENVOLVIMENTO E PROPAGAÇÃO DO INCÊNDIO (DPI)

##### 2.4.5.1. Descrição geral do fator global desenvolvimento e propagação do incêndio (DPI)

O fator DPI traduz a contribuição das características inerentes ao edifício para na prevenção do desenvolvimento e propagação do incêndio. Este fator tem critério primordial a preservação do património edificado, ao contrário do fator global consequências totais de incêndio onde a salvaguarda da vida humana é o objetivo basilar.

Este fator global é, assim, definido pela equação 2.36.

$$DPI = \frac{DPI_{REIC} + DPI_{EI} + DPI_{AV} + DPI_{PE} + DPI_{OGS}}{5} \quad (2.36)$$

Em que:

- $DPI$  – Fator Global Desenvolvimento e Propagação de Incêndio;
- $DPI_{REIC}$  – Fator Parcial Resistência, Estanquidade e Isolamento dos cenários de incêndio e das vias verticais de evacuação;
- $DPI_{EI}$  – Fator Parcial Estanquidade e Isolamento das paredes e portas do cenário de incêndio;
- $DPI_{AV}$  – Fator Parcial Afastamento entre Vãos exteriores da mesma prumada;
- $DPI_{PE}$  – Fator Parcial proteção das Paredes Exteriores;
- $DPI_{OGS}$  – Fator Parcial Organização e Gestão de Segurança.

##### 2.4.5.2. Descritores associados ao fator parcial resistência, estanquidade e isolamento dos cenários de incêndio e das vias verticais de evacuação ( $DPI_{REIC}$ )

O fator parcial  $DPI_{REIC}$  representa o nível de proteção dos cenários de incêndio (compartimento de fogo), das vias verticais de evacuação e da estrutura do ponto de vista da resistência ao fogo REI.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Resistência, estanquidade e isolamento (REI) da laje e a resistência da estrutura;
- Resistência, estanquidade e isolamento (REI) da caixa de escadas;
- Respeita ou não a regulamentação.

Os valores do fator parcial  $DPI_{REIC}$  são apresentados, no Quadro 2.25.

Quadro 2.25 - Valores do  $DPI_{REIC}$ , [2]

	Não se aplica	Cumpr. LR	Estrutura e Laje	
			< 30 minutos em relação LR	< 60 minutos em relação LR
Caixa de escada cumpr. LR	0	1	1,2	1,4
Caixa de escada não cumpr. LR	0	1,3	1,6	1,8

Da análise do Quadro 2.25, constata-se que o fator  $DPI_{REIC}$  pode assumir valores entre 1 e 1,8 tendo por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o desenvolvimento e propagação do incêndio, como o incumprimento face ao disposto na legislação regulamentar.

Considera-se mais gravoso o incumprimento da legislação regulamentar na caixa de escadas que nos outros elementos estruturais, assumindo estas valores superiores relativamente aos outros elementos estruturais. O pior cenário verifica-se quando a caixa de escada e os elementos estruturais não cumprem a legislação assumindo este fator o valor de 1,8.

Quando não existem vias verticais de evacuação, o fator não é considerado e assume o valor de 0.

#### 2.4.5.3. Descritores associados ao fator parcial estanquidade e isolamento (EI) das paredes e portas do cenário de incêndio ( $DPI_{EI}$ )

Este fator parcial traduz o nível de proteção dos cenários de incêndio, paredes e porta do ponto de vista de estanquidade e isolamento.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Cumprimento ou não da legislação em vigor, em relação ao EI das portas e das paredes.

Os valores do fator parcial  $DPI_{EI}$  são apresentados, no Quadro 2.26.

Quadro 2.26 - Valores de  $DPI_{EI}$ , [2]

	Não se aplica	Existe porta sem ser exigido pela LR	Portas Local	Paredes do Local	Paredes e portas
Cumprir LR	0	0,8	1	1	1
Não cumprir LR	0	-	1,2	1,2	1,4

Da análise do Quadro 2.26, constata-se que o valor do fator  $DPI_{EI}$  varia entre 0,8 e 1,4, tendo por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o desenvolvimento e propagação do incêndio, como o incumprimento das portas ou paredes do cenário de incêndio face ao disposto na legislação regulamentar. Considera-se como melhor caso as situações com existência de porta com características de estanquidade e isolamento, não sendo esta exigida pela legislação. Quando nem a porta nem as paredes respeitam a legislação regulamentar o fator assume o valor de 1,4.

#### 2.4.5.3. Descritores associados ao fator parcial afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada ( $DPI_{AV}$ )

Este fator parcial traduz o perigo do incêndio se propagar pelo exterior, devido às condições de afastamento dos vãos do edifício, atendendo ao facto de grande parte das janelas dos centros históricos serem constituídas por madeira e em alguns casos já não se encontrarem em grande estado de conservação.



Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Cumpre ou não a legislação em vigor.

Os valores do fator parcial  $DPI_{AV}$  são apresentados, no Quadro 2.27.

Quadro 2.27 - Valores de  $DPI_{AV}$ , [2]

	Não se aplica	Cumpr LR	Não cumpr LR
Afastamento entre vãos exteriores	0	1	1,2

Da análise do Quadro 2.27, constata-se que o valor do fator  $DPI_{AV}$  pode assumir os valores 1 ou 1,2, no caso de cumprir ou não a legislação, respetivamente.

Quando não existem vãos sobrepostos no edifício, o fator não é considerado e assume o valor de 0.

#### 2.4.5.4. Descritores associados ao fator parcial proteção das paredes exteriores ( $DPI_{PE}$ )

Este fator parcial traduz o nível de proteção das paredes exteriores do ponto de vista da reação ao fogo.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Constituição da parede exterior (Tradicionais, com ETICS, Ventiladas);
- Reação ao fogo;
- Largura das faixas.

Os valores do fator parcial  $DPI_{PE}$  são apresentados, no Quadro 2.28.

Quadro 2.28 - Valores de  $DPI_{PE}$ , [2]

Reação ao fogo		Tradicionais	com ETICS	Ventiladas
Cumpr LR	Respeita as faixas EI	1	1	1
	Não respeita as faixas EI	1,05	1,1	1,15
Não cumpr LR	Respeita as faixas EI	1,1	1,2	1,3
	Não respeita as faixas EI	1,2	1,3	1,4

Considera-se que a reação ao fogo dos revestimentos das fachadas é mais relevante que o cumprimento da legislação relativamente às larguras das faixas.

Da análise do Quadro 2.28, constata-se que o valor do fator  $DPI_{PE}$  assume valores entre 1 e 1,4, tendo por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o desenvolvimento e propagação do incêndio, como o incumprimento das exigências de reação ao fogo das paredes exteriores dispostas na LR.

#### 2.4.5.5. Descritores associados ao fator parcial organização e gestão da segurança ( $DPI_{OGS}$ )

O fator parcial  $DPI_{OGS}$  representa a contribuição que os planos de emergência podem ter na prevenção de incidentes e prejuízos ocorrentes durante o incêndio.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Existência de planos de emergência;
- Cumprimento da legislação.

Os valores do fator parcial  $DPI_{OGS}$  são apresentados, no Quadro 2.29.

Quadro 2.29 - Valores  $DPI_{OGS}$ , [2]

	Não se aplica	Cumpr LR	Não cumpre LR
Existem PE mas não é necessário	0	0,8	-
Existem PE	0	1	1,1
Não existem PE	0	-	1,2

A existência de planos de emergência pode ou não ser exigida pela legislação, dependendo da Utilização-Tipo e da categoria de risco do edifício.

Da análise do Quadro 2.29, constata-se que o valor de  $DPI_{OGS}$  varia entre 0,8 e 1,2. Este é igual a 0,8 quando existem PE não sendo requerido pela legislação. Quando este é requerido pela legislação e não existe assume o valor de 1,2.

Em caso de inexistência de PE quando estes não são exigidos pela legislação, o fator não é considerado e assume o valor de 0.

#### 2.4.5.6. Conclusões relativas ao fator global DPI

O fator global Desenvolvimento e Propagação do Incêndio (DPI) resulta da média aritmética dos cinco fatores parciais apresentados anteriormente, sendo obtido através da equação 2.37.

$$DPI = \frac{DPI_{REIC} + DPI_{EI} + DPI_{AV} + DPI_{PE} + DPI_{OGS}}{5} \quad (2.37)$$

A Figura 2.11 apresenta todos os fatores parciais do DPI, bem como, todos os valores que estes podem assumir.

Fator Parcial	Limites dos fatores parciais								
DPI <sub>REIC</sub> - Resistência, estanquidade e isolamento REI do cenário de incêndio e das vias de evacuação		0	1,00	1,20	1,30	1,40	1,60	1,80	
DPI <sub>EI</sub> - Estanquidade e isolamento EI das paredes e portas do cenário de incêndio	0	0,80	1,00	1,20	1,40				
DPI <sub>AV</sub> - Afastamento entre vãos exteriores		0	1,00	1,20					
DPI <sub>PE</sub> - Proteção das paredes exteriores		0	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,30	1,40
DPI <sub>OSS</sub> - Organização e gestão da segurança - Planos de emergência	0	0,80	1,00	1,10	1,20				

Figura 2.12- Fatores parciais do DPI e respetivos valores limite, [2]

Considerando a possibilidade de todos os fatores parciais serem aplicáveis ao edifício em análise, o fator global DPI assume como valor mínimo 0,92 e como valor máximo 1,4. O valor de 1,00, destacado no Figura 2.11, representa o cumprimento regulamentar dos respetivos fatores parciais.

#### 2.4.6. FATOR GLOBAL EFICÁCIA DE SOCORRO E COMBATE AO INCÊNDIO (ESCI)

##### 2.4.6.1. Descrição geral do fator global eficácia de socorro e combate ao incêndio (ESCI)

O fator global ESCI traduz a eficácia de socorro e combate ao incêndio, sendo este realizado não só por parte dos bombeiros, mas também pelos próprios ocupantes e pelos corpos de bombeiros privados.

Este fator global, constituído por seis fatores parciais, é obtido pela equação 2.38.

$$ESCI = \frac{ESCI_{GP} + ESCI_{AE} + ESCI_{HE} + ESCI_{EXT} + ESCI_{RIA} + ESCI_{CPB}}{6} \quad (2.38)$$

Em que:

- ESCI – Fator Global Eficácia de Socorro e Combate ao Incêndio;
- $ESCI_{GP}$  – Fator Parcial associado ao Grau Prontidão dos bombeiros;
- $ESCI_{AE}$  – Fator Parcial associado às vias de Acesso ao Edifício;
- $ESCI_{HE}$  – Fator Parcial associados aos Hidrantes Exteriores;
- $ESCI_{EXT}$  – Fator Parcial associado aos Extintores;
- $ESCI_{RIA}$  – Fator Parcial associado às Redes de Incêndio Armadas;
- $ESCI_{CPB}$  – Fator Parcial associado ao Corpo Privado de Bombeiros.

##### 2.4.6.2. Descritores associados ao fator parcial grau prontidão dos bombeiros ( $ESCI_{GP}$ )

Este fator parcial traduz o tempo entre o início de incêndio e o começo das ações de combate e salvamento por parte dos bombeiros. Neste fator, o tempo de chegada dos bombeiros ao local do sinistro é fundamental para permitir um rápida resposta e eficaz combate ao incêndio.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Detecção e alertas automáticos ou manual;
- Tempo de chegada dos bombeiros.

Os valores do fator parcial  $ESCI_{GP}$  são apresentados, no Quadro 2.30.

Quadro 2.30 - Valor de  $ESCI_{GP}$ , [2]

	Inferior a 10 minutos	10 a 20 minutos	Superior a 20 minutos
Não precisa deteção - LR	1	1,1	1,2
Deteção e Alerta automáticos	1	1,1	1,2
Deteção e Alerta manuais	1,1	1,2	1,3
Ausência de deteção	1,2	1,3	1,4

Da análise do Quadro 2.30, constata-se que o valor de  $ESCI_{GP}$  varia entre 1 e 1,4 consoante o tipo de deteção existente e o tempo de chegada dos bombeiros. Quando a deteção e alerta é feita de forma automática ou são dispensados pela legislação este fator assume os valores mais baixos. O seu valor máximo corresponde ao caso em que não existe deteção e o tempo de chegada é superior a 20 minutos.

#### 2.4.6.2. Descritores associados ao fator parcial vias de acesso ao edifício ( $ESCI_{AE}$ )

As vias de acesso podem dificultar a chegada dos veículos de combate a incêndio ao edifício, dificultando assim a atuação dos bombeiros. Este fator combina as características das vias com as dos meios de intervenção dos bombeiros.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Acesso às viaturas dos bombeiros;
- Altura dos edifícios;
- Acesso possível mas com constrangimento de posicionamento do veículo.

Os valores do fator parcial  $ESCI_{AE}$  são apresentados, no Quadro 2.31.

Quadro 2.31 - Valores do  $ESCI_{AE}$ , [2]

	Acesso possível	Acesso a VLCI	Sem acesso
R/C até 3º andar	1	1,2	1,4
> 3º andar	1,05	1,3	1,6
> 3º andar com constrangimento	1,1	1,4	-

Da análise do Quadro 2.31, constata-se que o valor de  $ESCI_{AE}$  varia entre 1 e 1,6 consoante a altura do edifício e as vias de acesso ao mesmo. Da análise destes parâmetros resultam 8 situações possíveis de avaliação por parte do projetista, aquando da análise do risco de incêndio do edifício.

A proximidade das viaturas de socorro ao edifício é um fator importante para o combate ao incêndio, no entanto, em centros históricos nem sempre é possível esta proximidade devido às limitações das vias de acesso. Neste fator parcial foram consideradas as possibilidades de o acesso ao edifício ser feito sem qualquer constrangimento, ser apenas possível o acesso por veículos ligeiros de combate a incêndios, o acesso de veículos de socorro ser possível mas existirem constrangimentos quanto à colocação do veículo, e o acesso ao edifício ser impossível para qualquer tipo de veículo de socorro.

#### 2.4.6.3. Descritores associados ao fator parcial hidrantes exteriores ( $ESCI_{HE}$ )

Para o combate ao incêndio é essencial disponibilidade de água para ser utilizada, por isso a existência de hidrantes exteriores é fundamental para a eficácia da atuação dos bombeiros. A operacionalidade dos hidrantes é, obviamente, crucial para que estes permitam o eficaz combate aos incêndios por parte dos bombeiros.

Assim, os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Existência de hidrantes exteriores;
- Distância a que se encontra o hidrante;
- Funcionamento fiável ou não.

Os valores do fator parcial  $ESCI_{HE}$  são apresentados, no Quadro 2.32.

Quadro 2.32 - Valores do  $ESCI_{HE}$ , [2]

		Com fiabilidade	Sem fiabilidade
Distancia menor que 30 m	-	1	1,2
Distancia maior que 30 m	-	1,05	1,3
Não existe	1,6	-	-

Da análise do Quadro 2.32, constata-se que o valor de  $ESCI_{HE}$  varia entre 1 e 1,6. Este é igual a 1, no caso do hidrante se encontrar a menos de 30 metros e o seu funcionamento ser fiável, e igual a 1,6, no caso de não existirem hidrantes exteriores nas imediações. O RT-SCIE [7], exige que os hidrantes exteriores não sejam colocados a uma distância superior a 30 m de qualquer das saídas que façam parte do caminho de evacuação. Assim, no método MARIEE considera-se como distância limite do hidrante os 30 m. O método considera igualmente a fiabilidade dos hidrantes dado que em certas situações a existência do hidrante não é sinónimo de uma fonte de água para o combate ao incêndio. Estes podem não ter a pressão necessária para o combate às chamas, agravando-se assim o valor do fator.

#### 2.4.6.4. Descritores associados ao fator parcial extintores ( $ESCI_{EXT}$ )

Nos momentos iniciais de um incêndio os extintores, constituindo um meio de primeira intervenção, podem ser um importante meio de extinção. Para que tal aconteça é necessário um correto manuseamento dos mesmos, sendo importante a existência de formação no uso deste meio de intervenção. Por esta razão, este fator parcial está dependente da existência de OGS.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Cumprimento da legislação regulamentar;
- Existência de OGS.

Os valores do fator parcial  $ESCI_{EXT}$  são apresentados, no Quadro 2.33.

Quadro 2.33 - Valores do  $ESCI_{EXT}$ , [2]

	Não se aplica	Existe sem ser exigido ou nº superior ao exigido	Cumpr LR	Cumpr parcialmente LR	Não cumpre LR
Com OGS	0	0,8	1	1,05	1,1
Sem OGS	0	0,9	1,05	1,1	1,2

Da análise do Quadro 2.33, constata-se que o valor de  $ESCI_{EXT}$  varia entre 0,8 e 1,2, tendo por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o combate ao incêndio, como o incumprimento face ao disposto na legislação regulamentar. Este fator assume o valor de 0,8 para edifícios com OGS e com mais extintores do que os exigidos legislativamente. Por sua vez, assume o valor de 1,2 no caso de não existir OGS e não cumprir a legislação regulamentar.

Considera-se que a legislação é parcialmente cumprida nos casos em que existem extintores mas estes já se encontram fora do prazo, ou quando o agente extintor é impróprio.

Quando não existem extintores no edifício, mas também não são exigidos pela legislação, o fator não é considerado e assume o valor de 0.

#### 2.4.6.5. Descritores associados ao fator parcial associado à rede de incêndio armada ( $ESCI_{RIA}$ )

Tal como os extintores, as redes de incêndio armadas podem representar um importante meio de extinção de incêndio, quando usado corretamente. Desta forma, também a existência de OGS assume um papel importante na definição deste fator parcial.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Cumprimento da legislação regulamentar;
- Existência de OGS.

Os valores do fator parcial  $ESCI_{RIA}$  são apresentados, no Quadro 2.34.

Quadro 2.34 - Valores do  $ESCI_{RIA}$ , [2]

	Não se aplica	Existe sem ser exigido ou nº superior ao exigido	Cumpr LR	Cumpr parcialmente LR	Não cumpre LR
Com OGS	0	0,8	1	1,05	1,1
Sem OGS	0	0,9	1,05	1,1	1,2

Da análise do Quadro 2.34, constata-se que o valor de  $ESCI_{RIA}$  varia entre 0,8 e 1,2, tendo por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o combate ao incêndio, como o incumprimento face ao disposto na legislação regulamentar. Este fator assume o valor de 0,8 para edifícios com OGS e com mais redes de incêndio armadas do que as exigidas legislativamente. Por sua vez, assume o valor de 1,2 no caso de não existir OGS e não cumprir a legislação regulamentar.

Considera-se que a legislação é parcialmente cumprida quando existem redes de incêndio armadas mas não o número exigido pelo regulamento.

#### 2.4.6.6. Descritores associados ao fator parcial corpo privado de bombeiros ( $ESCI_{CPB}$ )

Na eficácia de combate ao incêndio, em relação à organização e gestão de segurança, o método MARIEE considera também a eventual existência de corpo privado de bombeiros.

Os descritores considerados neste fator parcial são os seguintes:

- Existência de CPB;
- Cumprimento da legislação.

Os valores do fator parcial  $ESCI_{CPB}$  são apresentados, no Quadro 2.35.

Quadro 2.35 - Valores do  $ESCI_{CPB}$ , [2]

	Não se aplica	Medida compensatória	Cumprir LR	Não Cumprir LR
Existe CPB mas não é necessário	0	0,5	-	-
Existe CPB e é necessário	0	-	1	-
Não Existe CPB	0	-	-	1,5

Da análise do Quadro 2.35, constata-se que o valor de  $ESCI_{CPB}$  varia entre 0,5 e 1,5, tendo por base um critério de agravamento crescente deste, face ao acréscimo de condições perniciosas para o combate ao incêndio, como o incumprimento face ao disposto na legislação regulamentar. Este fator assume, assim, o valor de 0,5 no caso de existir CPB sem ser necessário. Quando existe CPB, sendo exigido pela legislação, o fator assume o valor de 1. Quando não existe CPB, mas este é exigido pela legislação regulamentar, o fator assume o valor de 1,5.

Quando não existe CPB e não é exigido pela legislação, este fator não é considerado e assume o valor de 0.

#### 2.4.6.7. Conclusões relativas ao fator global ESCI

O valor fator global Eficácia de Socorro e Combate ao Incêndio (ESCI), resultando da média aritmética dos seis fatores parciais apresentados anteriormente, é obtido através da equação 2.39.

$$ESCI = \frac{ESCI_{GP} + ESCI_{AE} + ESCI_{HE} + ESCI_{EXT} + ESCI_{RIA} + ESCI_{CPB}}{6} \quad (2.39)$$

Em síntese, apresentam-se na Figura 2.12 todos os fatores parciais do fator global ESCI, bem como, todos os valores que estes podem assumir.

Fator Parcial	Limites dos fatores parciais										
ESCI <sub>GP</sub> - Grau de prontidão dos bombeiros				1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50		
ESCI <sub>AE</sub> - Vias de acesso ao edifício				1,00	1,05	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60
ESCI <sub>HE</sub> - Hidrantes exteriores			0	1,00	1,05	1,20	1,30	1,40	1,60		
ESCI <sub>EXT</sub> - Extintores	0	0,80	0,90	1,00	1,05	1,10	1,20				
ESCI <sub>RIA</sub> - Redes de incêndio armadas	0	0,80	0,90	1,00	1,05	1,10	1,20				
ESCI <sub>CPB</sub> - Corpo privado de bombeiros		0	0,50	1,00	1,50						

Figura 2.13 - Fatores parciais do ESCI e respetivos valores limite, [2]

Considerando a possibilidade de todos os fatores parciais serem aplicáveis ao edifício em análise, o fator global ESCI assume como valor mínimo 0,85 e como valor máximo 1,43. O valor de 1,00, destacado na Figura 2.12., representa o cumprimento regulamentar dos respetivos fatores parciais.

## 2.5. ENQUADRAMENTO LEGAL

### 2.5.1. INTRODUÇÃO

Em Portugal, a legislação sobre segurança contra incêndios em edifícios (SCIE), até ao final de 2008, encontrava-se bastante dispersa por diferentes diplomas, muitas das vezes de difícil harmonização e geradora de dificuldades na sua compreensão e aplicação. Para além disso, verificavam-se lacunas e omissões para alguns tipos de edifícios, tais como instalações industriais, armazéns, lares de idosos, museus, bibliotecas, arquivos e locais de culto. Nestas situações apenas se aplicava o Regulamento Geral de Edificações Urbanas de 1951, através de um único artigo, e que era manifestamente insuficiente para as necessidades exigências a esses edifícios na actualidade, devido ao seu uso e actividade.

A pluralidade de diplomas muitas vezes repetitivos nalgumas matérias e noutras divergentes e contraditórias para os mesmos tipos de problemas, a actual legislação veio desta forma colmatar esse quadro legislativo.

A actual legislação, trouxe inovação no que diz respeito à caracterização dos edifícios, agrupou-os por tipos, ou seja Utilizações-tipo e pela gravidade do Risco de Incêndio que lhes está associado, através de 4 Categorias de Risco, e não apenas para edifícios de utilização exclusiva, mas também em edifícios de utilização mista.

### 2.5.2. DECRETO-LEI Nº 220/2008, REGIME JURÍDICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS, RJ-SCIE [8]

O RJ-SCIE [8] baseia-se, face ao risco de incêndio, nos princípios gerais da preservação, e é descrito no nº 1 do artigo 4º:

- Da vida humana;
- Do ambiente;
- Do Património Cultural.



Ainda de acordo com o RJ-SCIE e definidas no nº2 do artigo 4º, são de aplicação geral a utilização de edifícios e recintos, visam:

- Reduzir a probabilidade de ocorrência de incêndios;
- Limitar o desenvolvimento de eventuais incêndios, circunscrevendo e minimizando os seus efeitos, nomeadamente a propagação do fumo e gases de combustão;
- Facilitar a evacuação e o salvamento dos ocupantes em risco;
- Permitir a intervenção eficaz e segura dos meios de socorro.

O RJ-SCIE encontra-se estruturado com base na definição das utilizações-tipo, dos locais de risco e das categorias de risco, bem como a caracterização da responsabilidade dos técnicos, e a caracterização das medidas de autoproteção, que orientam as distintas disposições de segurança constantes do RT-SCIE.

#### 2.5.2.1 Utilizações-Tipo (UT)

A cada edifício é atribuída uma ou mais utilizações-tipo, em função do seu uso. As doze utilizações-tipo, que englobam todos os tipos de edifícios e recintos, encontram-se listadas de seguida [8]:

- I – Habitacionais;
- II – Estacionamentos;
- III – Administrativos;
- IV – Escolares;
- V – Hospitalares e lares de idosos;
- VI – Espectáculos e reuniões públicas;
- VII – Hoteleiros e restauração;
- VIII – Comerciais e gares de transportes;
- IX – Desportivos e de lazer;
- X – Museus e galerias de arte;
- XI – Bibliotecas e arquivos;
- XII – Industriais, oficinas e armazéns.

É também complementada na legislação a caracterização de edifícios mistos e a sua restrição na simultaneidade do uso num único edifício.

#### 2.5.2.2. Locais de risco

Os locais dos edifícios, com exceção dos fogos de habitação e dos espaços afetos a circulações, são classificados de acordo com a natureza do risco de incêndio em 6 classes (A a F), descritas sucintamente em seguida [8]:

- **Local de risco A:** Presença dominante de pessoal afeto ao estabelecimento, em pequena quantidade;
- **Local de risco B:** Presença dominante de pessoas (pessoal e/ou público), em grande quantidade;
- **Local de risco C:** Risco agravado de incêndio, devido a atividades, equipamentos ou materiais (carga de incêndio);

- **Local de risco D:** Presença de pessoas de mobilidade ou percepção reduzidas (idosos, acamados, crianças);
- **Local de risco E:** Locais de dormida, em estabelecimentos, que não caibam na definição de local de risco D;
- **Local de risco F:** Com meios essenciais à continuidade de atividades sociais relevantes.

#### 2.5.2.3. Categorias de risco (CR)

Cada UT pode ser classificada, quanto ao risco de incêndio, numa de quatro categorias de risco (1ª, 2ª, 3ª ou 4ª categorias, numa escala ascendente de risco) [8].

A categoria de risco de cada UT é a mais baixa que satisfaz integralmente os critérios. Por exemplo, é atribuída a 4ª categoria de risco a uma dada UT, quando algum dos critérios para a 3ª categoria de risco não for satisfeito.

#### 2.5.3. PORTARIA Nº 1532/2008 (REGULAMENTO TÉCNICO DA SCIE, RT-SCIE), [7]

Uma vez identificadas as utilizações-tipo do edifício e determinadas as respetivas categorias de risco, o RT-SCIE especifica uma série de disposições construtivas, instalações e equipamentos.

Para aplicar e ajustar as exigências do RJ-SCIE aos diversos aspetos do edifício, o RT-SCIE formula os seguintes critérios de segurança:

- Condições exteriores;
- Comportamento ao fogo, isolamento e proteção;
- Condições de evacuação;
- Instalações técnicas;
- Equipamentos e sistemas de segurança;
- Organização e gestão da segurança.

De seguida é feita uma breve descrição de cada um destes critérios.

##### 2.5.3.1. Condições exteriores [7]

Os edifícios devem ser servidos por vias de acesso adequadas a veículos de socorro em caso de incêndio. Deverá, ainda, existir disponibilidade de água nas suas imediações para permitir o abastecimento desses veículos. Além disso, a localização e implantação, na malha urbana, de novos edifícios deve ser condicionada, em função das respetivas categorias de risco, pelas distâncias a que se encontram de um quartel de bombeiros devidamente equipado.

Por outro lado, as características dos edifícios, tais como, a sua volumetria, a resistência e a reação ao fogo de coberturas, paredes exteriores e seus revestimentos, os vãos abertos nas fachadas e a distância de segurança entre eles e com os edifícios vizinhos, devem ser estabelecidas de forma a evitar a propagação do incêndio pelo exterior, no próprio edifício, ou entre este e outros vizinhos.

##### 2.5.3.2. Comportamento ao fogo, isolamento e proteção [7]

Este grupo reúne uma série de exigências de elevada relevância para garantir a minimização dos danos em caso de incêndio, definindo nomeadamente as características de resistência ao fogo dos elementos

estruturais, os casos que obrigam a adoção de compartimentos corta-fogo, o isolamento e proteção das vias de evacuação, dos locais de risco e das canalizações ou condutas e, finalmente, a reação ao fogo dos materiais aplicados.

Os elementos estruturais de um edifício devem garantir um determinado grau de estabilidade ao fogo, ou seja, devem conservar a estabilidade com que foram projetados, quando sujeitos a um processo de aquecimento normalizado e durante um período de tempo determinado. Do mesmo modo, os elementos de compartimentação devem garantir, durante um certo período de tempo, a satisfação das exigências de resistência ao fogo que lhes são aplicáveis (estanquidade, isolamento térmico, etc.).

Por outro lado, para além das exigências de compartimentação e de isolamento dos locais, os materiais devem apresentar uma determinada reação ao fogo, definida em função do seu local de aplicação e do tipo de edifício. A reação ao fogo é a resposta dada por um material ao contribuir pela sua própria decomposição (e combustão) para o início e desenvolvimento de um incêndio, avaliada com base num conjunto de ensaios normalizados.

#### 2.5.3.3. Condições de evacuação [7]

Os espaços interiores dos edifícios devem ser organizados de forma a permitir que, em caso de incêndio, os ocupantes possam alcançar um local seguro no exterior pelos seus próprios meios, de modo fácil, rápido e seguro.

Na prática, esta exigência traduz-se nos seguintes aspetos: existência de saídas em número e largura suficientes, convenientemente distribuídas e devidamente sinalizadas, vias de evacuação desobstruídas e com largura adequada (quando necessário, protegidas contra o fogo, o fumo e os gases de combustão) e distâncias a percorrer limitadas. Em situações particulares, a evacuação pode processar-se para espaços temporariamente seguros, designados “zonas de refúgio”.

#### 2.5.3.4. Instalações técnicas [7]

As instalações técnicas dos edifícios devem ser concebidas, instaladas e mantidas, nos termos legais, de modo que não constituam causa de incêndio nem contribuam para a sua propagação.

#### 2.5.3.5. Equipamentos e sistemas de segurança [7]

Este título inclui a exigência de diversos equipamentos e sistemas de segurança nos edifícios, em função das suas utilizações e categorias de risco, bem como, o respeito por certas regras. Em seguida, mencionam-se algumas exigências genéricas relativas a estes equipamentos.

A informação contida na sinalização de emergência deve ser disponibilizada a todas as pessoas a quem essa informação é essencial numa situação de perigo ou de prevenção relativamente a um perigo. Além da iluminação normal, os espaços dos edifícios devem ser dotados de sistemas de iluminação de emergência e, em alguns casos, de sistemas de iluminação de emergência. Estes, quando existirem, devem ter fontes de alimentação distintas.

Devem também ser equipados com instalações que permitam detetar o incêndio e, em caso de emergência, difundir o alarme para os seus ocupantes, alertar os bombeiros e acionar os sistemas e equipamentos de segurança. De igual modo, devem ser dotados de meios que promovam a libertação

para o exterior de fumos e gases da combustão, reduzindo a temperatura dos espaços e mantendo condições de visibilidade, nomeadamente, nas vias de evacuação.

Os edifícios devem, ainda, dispor, no seu interior, de meios próprios de intervenção que permitam a atuação imediata sobre os focos de incêndio pelos seus ocupantes e facilitem aos bombeiros o lançamento rápido das operações de socorro.

#### **2.5.3.6. Organização e gestão da segurança [7]**

No decurso da exploração dos respetivos espaços, os edifícios devem ser dotados de medidas de organização e gestão da segurança (medidas de autoproteção). Estas devem ser adaptadas às condições reais de exploração de cada utilização-tipo e proporcionadas à respetiva categoria de risco.

Em edifícios existentes, onde as características construtivas se revelarem significativamente afastadas das disposições do RJ-SCIE e do RT-SCIE, podem ser exigidas medidas compensatórias de autoproteção, para além das que seriam normalmente exigíveis nos casos conformes à citada regulamentação.

## **2.6. CONCLUSÃO DO CAPÍTULO**

Como foi possível verificar, existe um número avultado de métodos de avaliação de risco de incêndio. Porém, muitos dos existentes possuem uma aplicabilidade muito reduzida, sendo somente aplicáveis para certo tipo de edifícios, ou para certas ocupações destes. Além disso, alguns dos métodos possuem lacunas, ao não atenderem a certas situações fundamentais na segurança contra incêndio, como por exemplo a evacuação dos moradores do edifício.

De um modo geral, o método MARIEE contempla os fatores mais importantes para a SCIE, ocorrência do incêndio, desenvolvimento e propagação deste, evacuação dos moradores e combate ao incêndio. Constata-se ainda que o método possui uma ampla aplicação, já que destina-se à avaliação do risco de incêndio de edifícios existentes, para as variadas ocupações, diversos sistemas construtivos e diferentes envolventes destes, tendo em conta a atuação por parte dos bombeiros.

Assim, no próximo Capítulo será feita uma caracterização construtiva do tipo de edifícios mais comum no Centro Histórico do Porto, tendo em conta todos os parâmetros intervenientes no método MARIEE, bem como a legislação regulamentar descrita previamente, para permitir, numa fase posterior, a avaliação de risco de incêndio do edificado da área de análise.



# 3

## **CENTRO HISTÓRICO DO PORTO – CARACTERIZAÇÃO DO EDIFICADO**

### **3.1. INTRODUÇÃO**

O Centro Histórico do Porto (CHP), como todos os centros urbanos antigos, possui edifícios de grande valor patrimonial que encerram uma vasta riqueza arquitetónica e cultural que deve ser preservada a todo custo. Contudo, são vários os riscos existentes num centro urbano antigo, sendo uns dos principais o risco de incêndio. Deste modo, torna-se necessário identificar, analisar e mitigar os riscos de incêndio a que estes estão inerentes.

Assim, neste capítulo, é feita uma caracterização ao edificado existente no CHP, para permitir uma correta análise do risco de incêndio. Num primeiro momento, é feita uma descrição da situação atual do CHP e, num segundo momento, será efetuado um enquadramento geral sobre os materiais e técnicas construtivas adoptadas em Portugal e a sua evolução, bem como uma caracterização do edifício tradicional no CHP.

### **3.2. SITUAÇÃO ATUAL DO CHP**

O concelho do Porto, situado no distrito do Porto, está limitado a Norte pelos concelhos de Matosinhos e Maia, a Oeste pelo Oceano Atlântico, a Sul pelo Rio Douro e a Este pelo concelho de Gondomar.

Segundo os censos de 2011, [9], apurados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), o concelho do Porto tem uma área de 41,4 km<sup>2</sup> e uma população de 237 591 habitantes, apresentando assim uma densidade populacional de 5 736 hab./km<sup>2</sup>. Encontra-se atualmente dividido pelas seguintes freguesias, Figura 3.1:

- União das Freguesias de Aldoar, Foz do Douro e Nevogilde;
- Bonfim;
- Campanhã;
- União das Freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória;
- União das Freguesias de Lordelo do Ouro e Massarelos;
- Paranhos;
- Ramalde.



Figura 3.1 - Freguesias do concelho do Porto, [10]

O Centro Histórico do Porto está localizado na recém-formada União das Freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória, criada pela Lei nº 11-A/2013 de 28 de Janeiro, [11]. Esta freguesia, criada por agregação das antigas freguesias supracitadas, tem uma área total de 5,43 km<sup>2</sup>, uma população de 40 440 habitantes e uma densidade populacional de 7 447,5 hab./km<sup>2</sup>.

Relativamente ao CHP, este alberga atualmente cerca de 7 000 habitantes, compreende 1 800 edifícios espalhados por 43 quarteirões, numa área total de 50 hectares, possuindo assim uma densidade populacional de 14.000 hab./km<sup>2</sup>.

### **3.3. CARACTERIZAÇÃO CONSTRUTIVA DO EDIFICADO NO CHP**

#### **3.3.1. INTRODUÇÃO**

Para uma melhor compreensão e análise dos riscos de incêndio inerentes aos centros urbanos antigos, torna-se fundamental caracterizar o seu edificado relativamente às tecnologias construtivas empregues ao longo dos tempos, bem como estabelecer a evolução das tipologias construtivas do edifício antigo, de construção tradicional. Do mesmo modo, a natureza dos materiais utilizados reveste-se de extrema importância para a avaliação do risco de incêndio, tendo eles uma grande influência na deflagração e no desenvolvimento do incêndio, além das condições ambientais dos locais onde este ocorre.

Assim, neste subcapítulo serão descritos, genericamente, as técnicas construtivas e os materiais utilizados ao longo dos séculos, tendo em conta os acontecimentos mais relevantes para a alteração da ocorrência de incêndio e da sua gravidade na construção tradicional. Será igualmente feita uma descrição e caracterização tipológica da casa burguesa, típica do CHP.

#### **3.3.2. EVOLUÇÃO DAS TECNOLOGIAS CONSTRUTIVAS EM PORTUGAL**

Até às primeiras décadas do século XX, o tipo de construção prevalecente nos edifícios dos centros urbanos antigos, denominado por construção tradicional, é caracterizado pela utilização de materiais predominantemente naturais e pouco transformados, e o recurso a técnicas que se mantiveram

relativamente constantes ao longo dos tempos. A pedra, a madeira, a cal, e o vidro foram assim os materiais principalmente utilizados neste tipo de construção até ao aparecimento do betão como material estrutural dominante, que veio a alterar toda a conceção estrutural das construções. Pode-se assim constatar que os edifícios de alvenaria constituem uma percentagem importante no parque edificado nos centros urbanos antigos, sendo ainda possível identificar a época de construção de um edifício antigo, através da sua tipologia construtiva e arquitetónica e também estrutural, [4].

Dos edifícios de alvenaria construídos após os terramoto de Lisboa de 1755, destacam-se 3 tipos distintos:

- **Edifício pombalino**, [12] - identificado essencialmente pela existência de estrutura em forma de gaiola (sistema de pórticos tridimensionais contraventados de madeira, perpendiculares entre si), (Figura 3.2a e b);
- **Edifício gaioleiro**, [13] - semelhante estruturalmente ao edifício Pombalino, embora possua paredes mestras de pedra irregular e paredes resistentes de alvenaria de tijolo maciço, (Figura 3.2c);
- **Edifício de placa**, [14] - caracterizado pelo facto deste possuir lajes de betão que descarregam directamente em paredes resistentes.

Como é possível constatar, a diferenciação entre estes tipos de edifícios baseia-se essencialmente pela presença ou ausência de materiais e elementos estruturais de madeira, além do facto de pertencerem a diferentes épocas de construção. Num edifício, a existência deste material permite a caracterização do seu comportamento face ao desenvolvimento e propagação do incêndio, além de que pode aumentar a probabilidade de este ocorrer, [4].

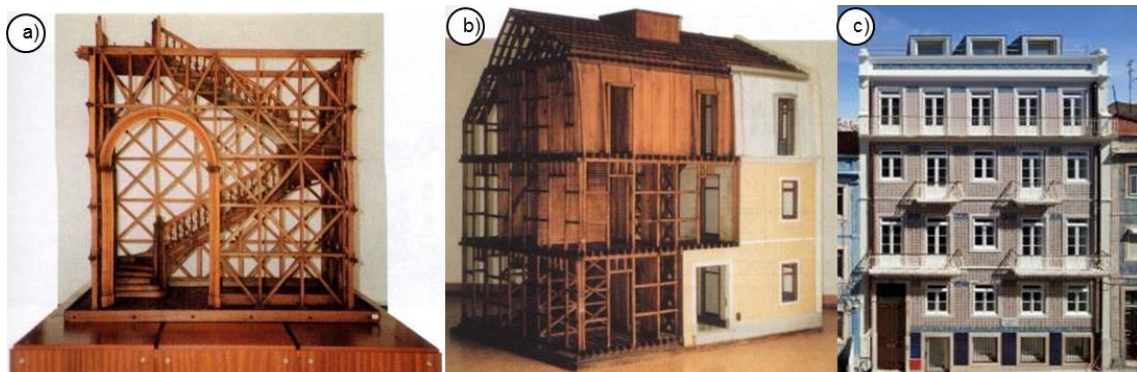


Figura 3.2 - a) Sistema anti-sísmico da gaiola pombalina; b) Maquete de um edifício pombalino; c) Edifício gaioleiro, [12] [13] [14]

Para além disso, a evolução da construção em Portugal teve ainda outros aspectos relevantes a referir dentro da temática do fogo, tais como: a introdução de instalações eléctricas e instalações de gás natural, bem como o enclausuramento da caixa de escadas. Uma grande parte da ocorrência de incêndios em edifícios antigos tem origem nas instalações eléctricas. A instalação desadequada das redes eléctricas, bem como a falta de conservação das mesmas, constitui um fator de risco de incêndio significativo. Com isto, em 1975, o Decreto de Lei nº740/74 passou a exigir disjuntores ligados à terra e condutores isolados nas instalações eléctricas dos edifícios. Também assim, a partir de 1997 as instalações de gás natural, que constituem outro fator de preocupação, passaram a ser executadas em condutas através de redes infraestruturadas enterradas nos arruamentos. Em relação à caixa de escada



nos edifícios antigos, esta por norma é não enclausurada, carecendo de proteção ao fogo, e aos gases e fumos produzidos durante um incêndio dificultando a evacuação dos moradores e a intervenção dos bombeiros, [4]. Além disso, as escadas são frequentemente muito inclinadas e estreitas, tornando menos segura a sua utilização como caminho de evacuação em caso de incêndio, [15]. Em Portugal, com o Decreto de Lei 64/1990, os edifícios com mais de um piso destinados a habitação passaram a ter como obrigatoriedade a caixa de escadas enclausurada, o que veio a limitar o risco de ocorrência e desenvolvimento do incêndio, e facilitar a evacuação dos ocupantes.

Com base no que foi referido, é possível tipificar os edifícios de acordo com as características estruturais de cada época de construção e com as tecnologias construtivas empregues com efeitos diferenciadores face ao desenvolvimento e propagação do incêndio, (Figura 3.3).

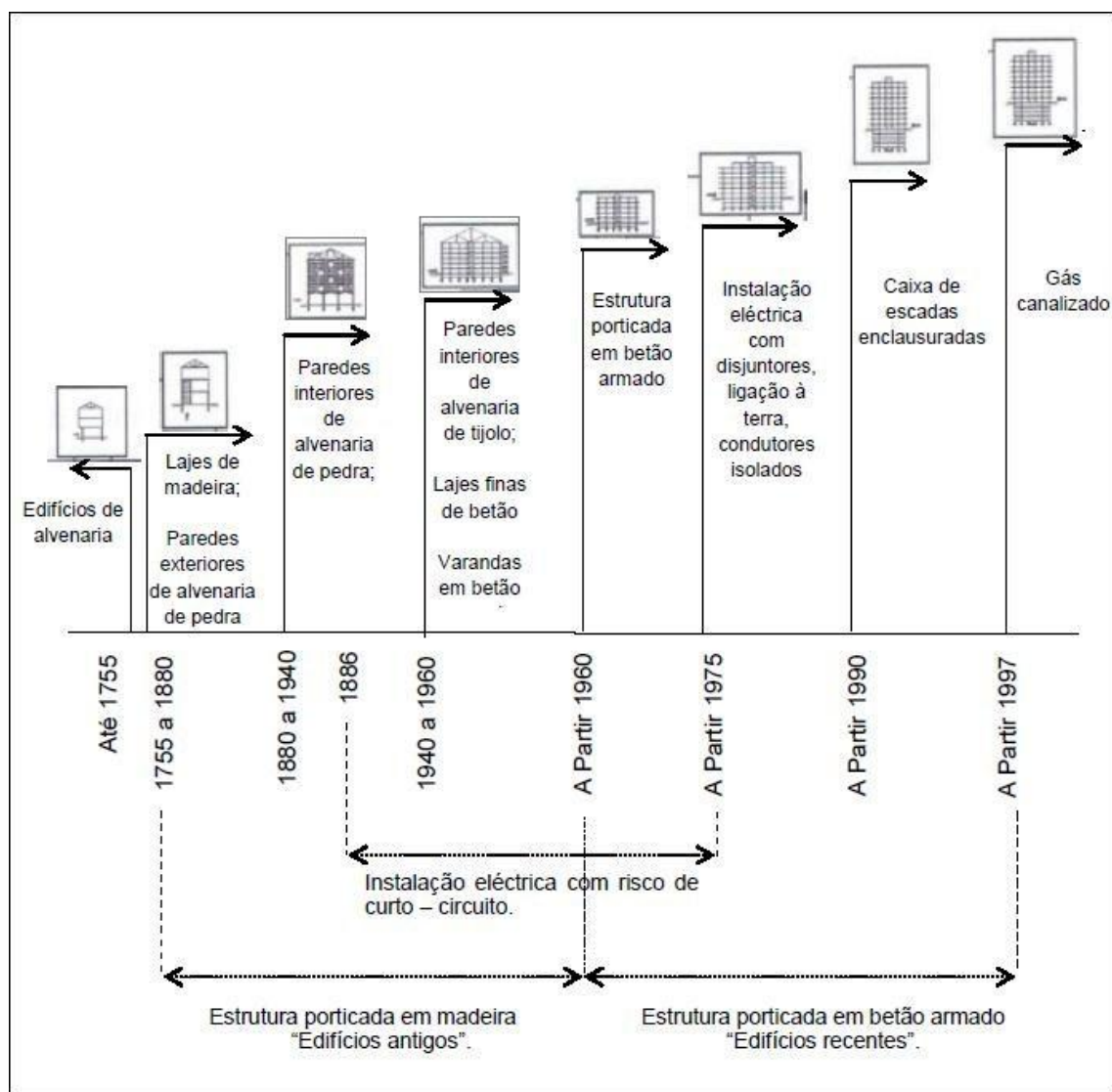


Figura 3.3 - Evolução das tecnologias construtivas em Portugal, [4]

De seguida, será feita uma descrição dos principais elementos construtivos presentes em edifícios típicos do Centro Histórico do Porto.

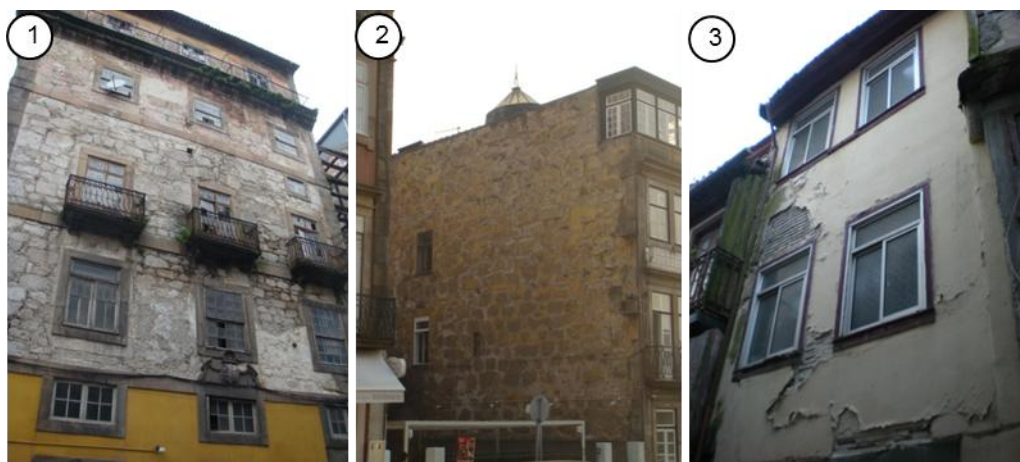
### 3.3.2.1. Paredes exteriores e interiores

A construção do tipo tradicional utiliza maioritariamente paredes exteriores em alvenaria de pedra. Estas nascem do ensoleiramento, correspondente ao nivelamento geral dado ao respaldo das fundações, onde estão assentes, até à cobertura, [15]. Apresentam geralmente espessuras consideráveis (entre 0,70 m a 0,80 m nos pisos térreos tendo uma redução de 0,1 m por cada piso acima), pelo facto de serem autoportantes e de uma parte considerável da sua superfície conter aberturas.

Contudo, é ainda possível observar a utilização do tabique em paredes exteriores nas construções tradicionais mais antigas, sendo esta “(...) uma técnica de construção anterior ao século XVII, com largas raízes ou manifestações provinciais, mas que, certamente por constituir um processo barato e fácil, continuou a utilizar-se revestido de telhas, lousas ou chapa, para acréscimos, trapeiras e outras formas de andares suplementares, (...)” (Veiga de Oliveira, 1992) , citado em [15]. De facto, este tipo de parede era muito utilizado pelas suas características, pois a madeira era um material com abundância, sendo fácil de trabalhar e transportar.

Porém, o uso do tabique em paredes exteriores foi substituído em grande parte pela pedra, motivado pelo receio de catástrofes semelhantes aos grandes incêndios que causaram enormes danos em algumas cidades europeias.

Assim, de um modo geral, a estrutura vertical de uma casa tradicional num centro urbano antigo é composta por paredes de meiação predominantemente em alvenaria de pedra e paredes das fachadas geralmente em alvenaria/cantaria de pedra. É também usual a existência de paredes em tabique, em casos de pisos recuados ou acrescentados, (Figura 3.4).

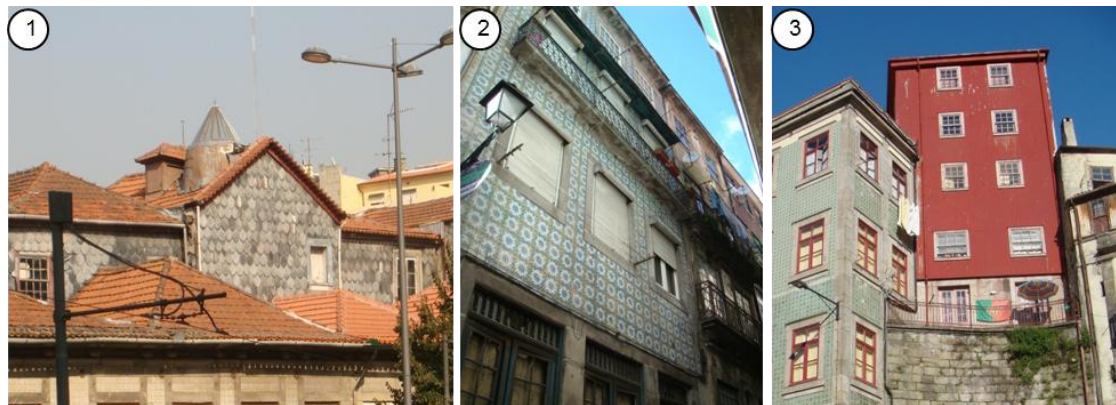


1. Parede de fachada em alvenaria de pedra;
2. Parede de meiação em alvenaria de pedra;
3. Parede de fachada em tabique.

Figura 3.4 - Exemplos de paredes exteriores

Até ao século XIX, o revestimento nas paredes exteriores de uma casa tradicional era, em geral, estucado com um barramento de pasta de cal, seguidamente pintado com uma tinta à base de cola. Com o aparecimento de novos materiais, este tipo de revestimento caiu em desuso, sendo gradualmente substituído pelo barramento de asfalto servindo como camada de impermeabilização,

protegido por azulejos nas paredes de fachada e, para o caso de paredes de empena, soletos de ardósia ou chapas zincadas fixas a ripados, (Figura 3.5).

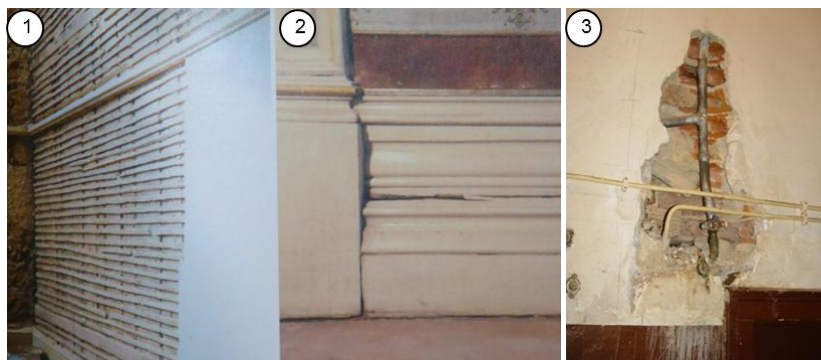


1. Parede exterior revestida a soletos de ardósia;
2. Parede de fachada revestida a azulejos;
3. Parede exterior revestida a chapa zincada.

Figura 3.5 - Exemplos de revestimentos em paredes exteriores

Relativamente às paredes interiores nas construções tradicionais, estas são predominantes de tabique, constituídas por uma estrutura de barrotes com 7 cm de lado, dispostos sob a forma de frechais, prumos e vergas. Esta estrutura é preenchida por um duplo tabuado, de tábuas com cerca de 2 cm de espessura cada, colocadas na vertical e na diagonal, sobre o qual é pregado o fasquiado, fornecendo suporte para as argamassas de rebocos e acabamentos, (1 e 2 da Figura 3.6).

Com a aplicação do tijolo em paredes interiores de alvenaria, por volta da década de 40, a parede de tabique foi perdendo relevância, (Figura 3.6). Não obstante, grande parte do edificado nos centros urbanos antigos possui ainda paredes interiores de tabique, algumas com grande valor arquitetónico e portanto, necessárias de preservar.



1. Parede de tabique, com o tabuado estrutural e os fasquiado de ancoragem de reboco;
2. Pormenor do perfil de um rodapé;
3. Parede interior em alvenaria de tijolo, com pormenor de abertura com existência de tubagem.

Figura 3.6 - Exemplo de paredes interiores, (1 e 2 – [15])

#### 3.3.2.2. Paredes da caixa de escadas e escadas interiores

Na construção do tipo tradicional, as paredes das caixas de escadas podem ser de dois tipos: em tabique simples reforçado, semelhantes às paredes das fachadas de tabique, ou em tabique simples,

com duplo tabuado, [15]. Nos dois casos, o revestimento é idêntico ao das restantes paredes interiores de tabique da habitação.

O acesso entre os vários pisos das habitações é efectuado habitualmente por escadas com dois ou três lanços, excepto nos casos em que o acesso do rés-do-chão para o primeiro piso se efectua por uma escada com um único lanço, situada longitudinalmente no corredor de acesso, [15]. Os lanços das escadas são constituídos por duas ou três vigas pernas em forma de paus rolados ou peças esquadriadas, estando estas apoiadas nas cadeias do patamar de piso e do patamar intermédio, respectivamente. Sobre as pernas da estrutura são pregadas tábuas em forma de esquadro que recebem os cobertores e os espelhos. Normalmente a espessura das tábuas dos cobertores e dos espelhos é de 4 cm e 2 cm, respectivamente. É também importante referir que o edificado tradicional em Portugal, tendo sido construído antes de 1990, não possui caixa-de-escadas enclausuradas, (Figura 3.7).



Figura 3.7 - Exemplos de caixa de escadas, [15]

### 3.3.2.3. Pavimentos e tetos

De um modo geral, a estrutura horizontal constituinte dos edifícios antigos em Portugal é composta por vigamentos de madeira (paus rolados), devidamente encastrados nas paredes laterais e tarugados. As vigas de madeira, de 20 a 30 cm de diâmetro e com comprimentos nunca ultrapassando os 7 m, são colocados paralelamente entre si, com afastamentos entre 0,5 m a 0,7 m, (Figura 3.8). Estas são protegidas da humidade e dos insetos através de pinturas com tinta de óleo ou alcatrão, [15].

O pavimento tradicional, vulgarmente conhecido por soalho, consiste num conjunto de tábuas de madeira devidamente aplainadas, com espessuras que variam entre os 0,025 m e os 0,050 m, unidas por encaixe e pregadas aos vigamentos. Estas são ainda afagadas manualmente a fim de se obter uma superfície uniforme. O revestimento do soalho consiste num enceramento, com o fim de garantir a sua proteção e conservação, mas também para aumentar o seu embelezamento.





Figura 3.8 – Estruturas dos pavimentos em madeira, [15] e [16]

Relativamente aos tetos dos edifícios mais antigos, estes são feitos de madeira, sendo a sua execução bastante fácil e económica. Hoje em dia, existem ainda soluções deste tipo com grande valor ornamental, trabalhados com madeiras de boa qualidade e com ricas molduras e ornatos em talha. No século XIX, a utilização desta técnica construtiva diminuiu drasticamente, com a introdução do estuque nas habitações. Atualmente, os tetos dos edifícios tradicionais são predominantemente de gesso/estuque, por vezes com centros e sancas “trabalhadas”, com dominante branca. Os acabamentos decorativos dependiam do gosto e das possibilidades económicas do cliente, permitindo hoje em dia, a possibilidade de observar uma vasta gama de técnicas e ornamentos decorativos, (Figura 3.9).



Figura 3.9 - Exemplo de tetos com diferentes acabamentos decorativos.

#### 3.3.2.4. Coberturas

A estrutura de uma cobertura tradicional é, em geral, constituída por uma armação simples de duas vigas, dispostas em forma de tesoura (unidas superiormente a meia madeira) e apoiadas numa viga transversal que, por sua vez, se apoia nas paredes de meiação, [15]. Esta armação é travada transversalmente por uma viga de menor dimensão – nível – colocada a cerca de dois terços da altura, e apoiada nas pernas por encaixe. Quanto ao travamento longitudinal, este é garantido através da fileira e das madres, localizadas ao nível da cumeira e a meio do vão das duas pernas, respectivamente. Com a introdução da telha de Marselha no século XIX, a cobertura com duas águas foi progressivamente vulgarizada na construção tradicional, sendo a sua estrutura semelhante à dos sobrados, constituída por paus rolados, apoiados nas empenas das paredes de meiação. Sobre esta estrutura é pregado o varedo, formado por peças esquadriadas e o ripado para suporte das telhas, (Figura 3.10).

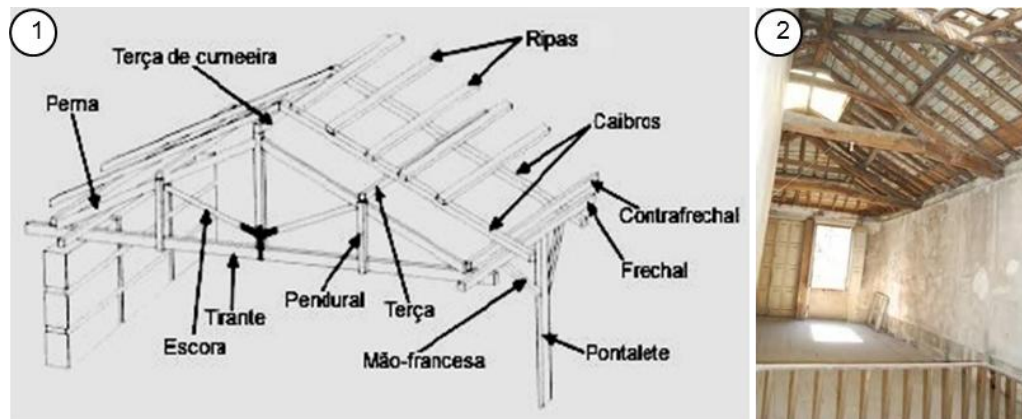
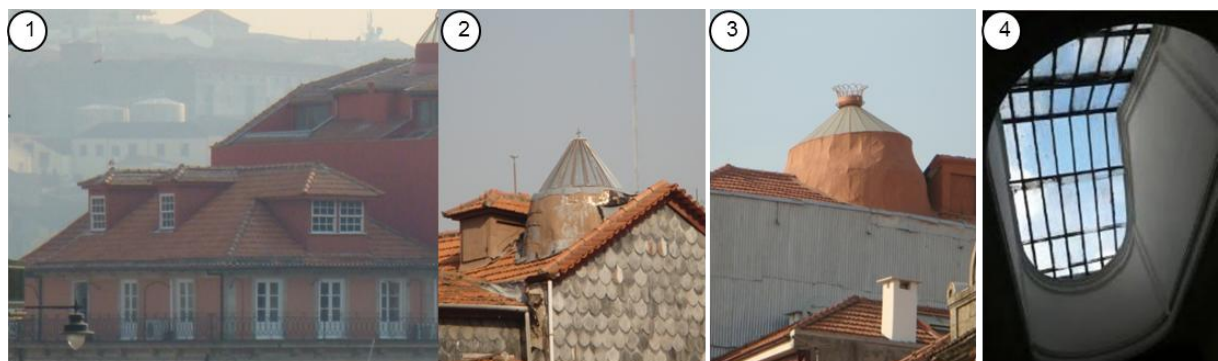


Figura 3.10 - Estrutura de suporte da cobertura em madeira, (1 – [16])

### 3.3.2.5. Trapeira, Claraboia e Chaminé

As trapeiras, mirantes e águas furtadas são elementos construtivos bastante usuais no edificado tradicional em Portugal, sendo uma espécie de construção adicional, normalmente em tabique, inserida no telhado. A estrutura das paredes das trapeiras apoiam-se no vigamento do sobrado ou numa cadeia executada na estrutura da cobertura, sendo assim semelhantes à das paredes de tabique simples dos pisos recuados. Como tal, o seu revestimento é também idêntico ao de uma parede de um piso recuado, sendo a chapa de ferro zincada o mais utilizado, (Figura 3.11 - 2).



1. Trapeiras – águas furtadas;
2. Clarabóia circular saliente revestida a chapa zincada;
3. Clarabóia circular saliente;;
4. Clarabóia rasante,

Figura 3.11 - Exemplos de trapeiras e clarabóias.

Os telhados do Porto apresentam “(...) clarabóias de muitos formatos, desde simples vidraças ao correr das águas do telhado, até complicadas gaiolas de fantasia, altas como mirantes, e exuberantemente ornamentadas.” (Veiga de Oliveira, 1992) citado em [15]. De facto, a claraboia é hoje em dia um elemento habitual nos telhados das casas do Centro Histórico do Porto, conferindo efeitos grandiosos aos edifícios, bem como uma certa “magnificiência arquitetural”. Embora seja um elemento construtivo bastante distintivo na casa tradicional do Porto, a claraboia apresenta uma estrutura elaborada, formada por paredes em forma de aduelas apoiadas nas estruturas do teto e das águas da

cobertura. Estas aduelas encontram-se travadas a meia altura por travessanhos, ligeiramente encurvados, e superiormente por um frechal curvo de coroamento no qual se apoia a estrutura metálica do lanternim, [15]. O revestimento interior das claraboias é feito do mesmo modo que as paredes interiores do edifício, rebocadas e estucadas, por vezes com temas decorativos. Pelo exterior, o revestimento é executado por meio de telha caleira, assente em argamassa. Contudo, por não garantir uma boa impermeabilização, este tipo de revestimento foi sendo progressivamente substituído pela chapa zincada, (Figura 3.11 - 2).

A chaminé, não sendo um elemento particularmente característico, é bastante comum nas coberturas das casas tradicionais do Porto devido principalmente ao facto de as cozinhas até ao século XVIII se localizarem nos últimos pisos. A partir do século XIX, as cozinhas passam a localizar-se nas caves, sendo executadas em tijolo maciço, rebocadas e pintadas sem qualquer tipo e pormenor decorativo, (Figura 3.12) [16].

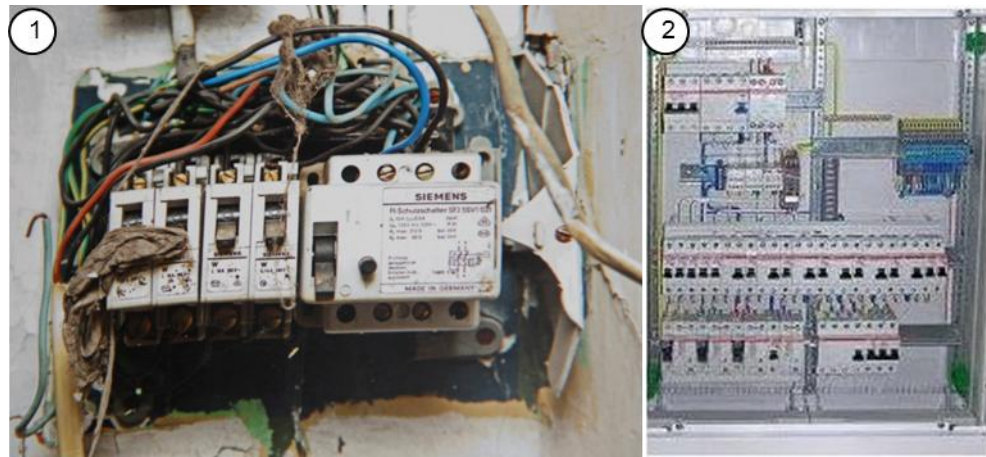


Figura 3.12 - Exemplo de chaminés com diversas formas e localizações, (1 e 2 – [15])

#### 3.3.2.6. Instalações técnicas

Até ao final do século XIX e nas primeiras décadas do século XX, o edificado existente apresentava infraestruturas básicas, cuja introdução, numa primeira fase, dependia essencialmente de imposições regulamentares (Regulamento de Salubridade das Edificações Urbanas e Código de Posturas Municipais, [4]) e das possibilidades económicas dos proprietários, para depois generalizar a sua instalação. Estas infra-estruturas eram compostas essencialmente pelas redes de drenagem de águas pluviais, redes de drenagem de esgotos, redes de abastecimento de água e redes de instalações eléctricas. As instalações, executadas de forma rudimentar, rapidamente entravam em degradação, havendo frequente necessidade de reparar ou ampliá-las utilizando materiais distintos dos anteriormente usados, originando assim anomalias no seu funcionamento, (Figura 3.13).





1. Instalações elétricas até 1975, [15]
2. Instalações elétricas após 1975, [17]

Figura 3.13 - Exemplos de instalações elétricas.

### 3.3.3. CARACTERIZAÇÃO DA CASA BURGUESA DA CIDADE DO PORTO

Como foi explicado no subcapítulo anterior, a casa tradicional do Centro Histórico do Porto apresenta uma visível regularidade construtiva, (Figura 3.14). Segundo Ernesto de Veiga de Oliveira, a casa burguesa era “(...) estreita e alta que, na sua forma e sentidos originários, além de derivar das construções próprias dos burgos amuralhados ou, de um modo geral, dos locais onde se verifica a necessidade ou a conveniência do adensamento da população em áreas limitadas tipo híbrido funcional de residência urbana e estabelecimento comercial ao mesmo tempo, referidos à mesma família, estritamente utilitário, de acordo com as necessidades profissionais e a mentalidade da gente de que é própria (...)”, (Veiga de Oliveira, 1992) citado em [18].



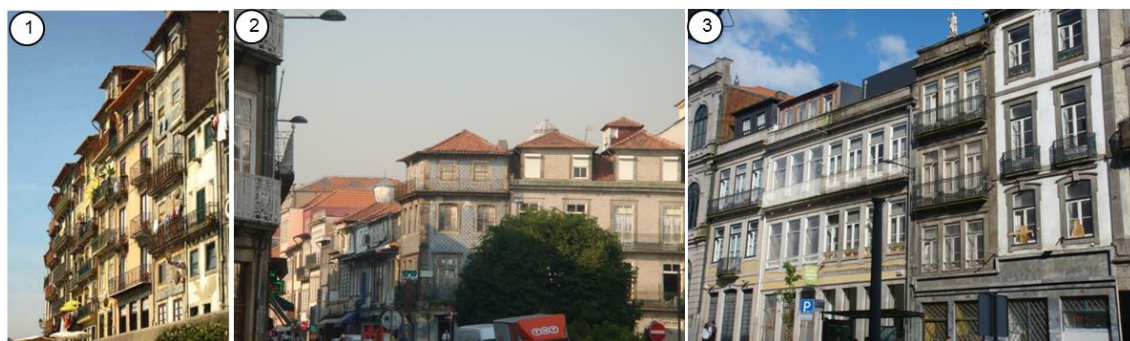
Figura 3.14 - Exemplos de casas burguesas no CHP.

No que respeita à tipológica dos edifícios, Francisco Barata Fernandes [19] classifica três épocas distintas, que permitem a definição dos três tipos de habitação burguesa que podemos encontrar atualmente no Centro Histórico do Porto, a do Porto mercantilista, a do Porto iluminista e a do Porto



liberal. A casa burguesa é então definida por estas 3 épocas, tendo entre elas algumas características distintas, nomeadamente, (Figura 3.15):

- **Casa mercantilista** – com uma tipologia de carácter polifuncional, estas casas serviam de habitação e local de trabalho para a mesma família. O local de trabalho situava-se por norma no rés-do-chão e na cave, na existência da mesma, sendo que os restantes pisos eram utilizados para habitação. Este tipo de habitação era caracterizado pela frente única e estreita, com 3 pisos no máximo, de profundidade entre os 20 e os 30 metros e 6 metros largura. As escadas, de dois lanços, situavam-se transversalmente, a meio do edifício. Os pisos destinados a habitação, não contendo paredes divisórias, possuíam um único espaço, no qual os móveis indicavam as respetivas funções. Este tipo de edifício existe ainda hoje, na área da Ribeira – Barredo, na baixa de Miragaia, (Figura 3.15 – 1). e nos quarteirões compactos da Sé e da Vitória, [18].
- **Casa iluminista** – com o aumento da preocupação com a segurança das habitações contra o risco de incêndio e com a precariedade dos sistemas construtivos rudimentares, as paredes de tabique foram substituídas por paredes em alvenaria, essencialmente de pedra. Com isto, as casas aumentam de tamanho, quer em dimensão, quer em número de pisos. A tipologia dos edifícios mantém-se, continuando o rés-do-chão a servir à atividade de oficina, comércio ou armazém, complementado por um possível entrepiso, e os restantes pisos destinados a habitação. A caixa de escadas passou a dispor de uma claraboia superior de forma cónica, oval ou circular, iluminando os compartimentos interiores e as escadas, [15]. Os melhores exemplos de casas deste tipo, situam-se nas ruas de Santo António, Santa Catarina, Cedofeita, (Figura 3.15 – 2), e Clérigos, [18].
- **Casa liberal** – no século XIX, para além dos edifícios de habitação que mantêm a tipologia tradicional polifuncional, surgem os edifícios de habitação monofuncional, [18]. A inovação construtiva desta época relativamente às anteriores foi essencialmente a disposição das instalações sanitárias adjacentes ao alçado tardoz, junto a umas das paredes de meação, e da cozinha que, pela primeira vez, situava-se no rés-do-chão junto ao logradouro (em edifícios monofuncionais). Os edifícios de tipologia polifuncionais desta época situam-se predominantemente nos arruamentos abertos no centro da cidade na época anterior, (Figura 3.15 – 3) enquanto os de tipologia monofuncional vão “preenchendo” as novas zonas de expansão da cidade, como a Foz do Douro, Campanhã, etc...[18]



1. Edifícios da zona de Miragaia, época mercantilista, [16];
2. Edifícios da rua de Cedofeita/Praça Carlos Alberto, época iluminista;
3. Edifícios da rua de Mouzinho da Silveira, época liberal.

Figura 3.15 - Exemplos de diferentes tipos de casas burguesas.

Em síntese, a construção no CHP é constituído por edifícios de construção diversificada e intensa, geralmente 3 andares, ou em alguns casos 4 ou 5 pisos, destinado normalmente: a lojas comerciais, pequenos armazéns e estabelecimentos de restauração no piso do rés-do-chão, e os andares superiores a habitações ou serviços. No que respeita ao sistema construtivo e aos elementos que constituem a casa burguesa, típica do Centro Histórico do Porto, referidos no subcapítulo anterior, estes são representados pela Figura 3.16.

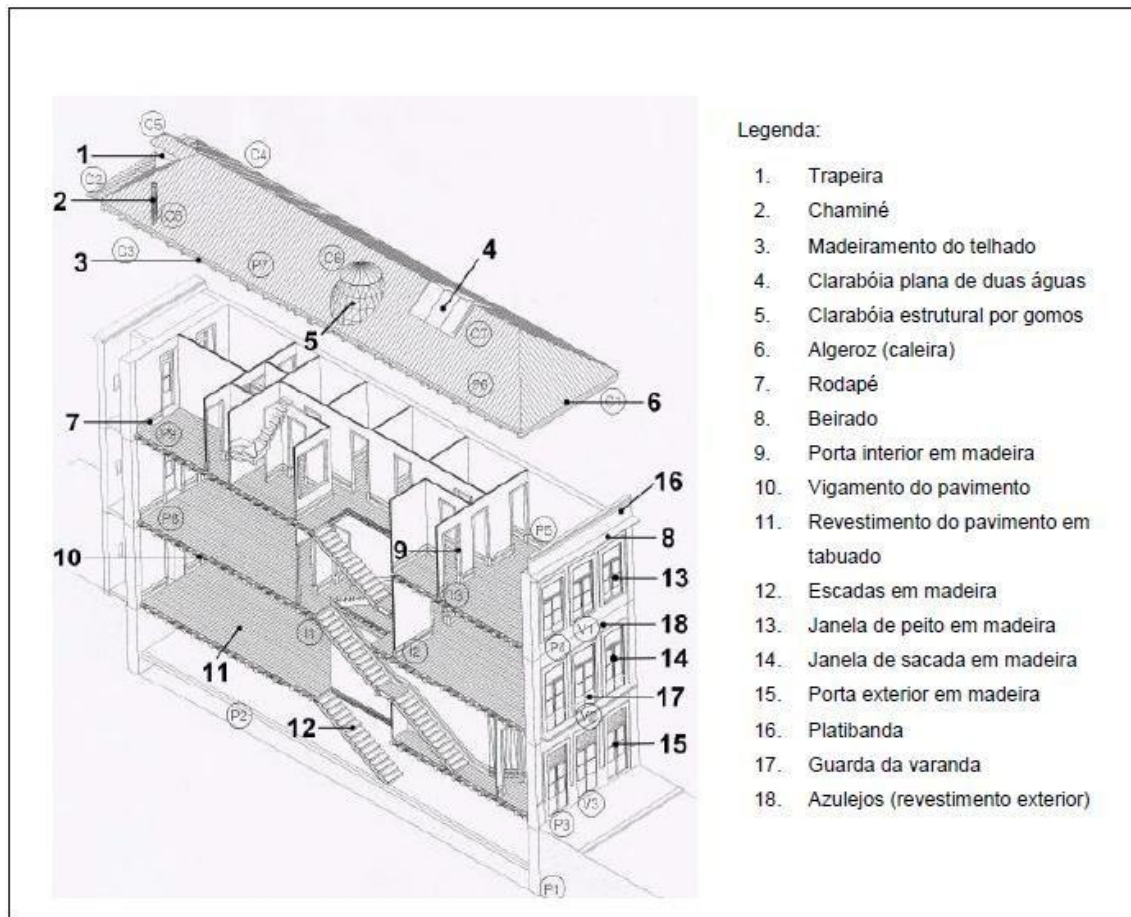


Figura 3.16 - Corte esquemático da casa burguesa do Porto, [4]



# 4

## **ÁREA DE ANÁLISE – APRESENTAÇÃO, ENQUADRAMENTO E DIAGNÓSTICO**

### **4.1. INTRODUÇÃO**

Conforme mencionado anteriormente, o objetivo desta dissertação consiste na análise do risco de incêndio dos edifícios contidos na área de análise, descrito neste capítulo. Esta análise, que será feita através do método MARIEE, descrito no capítulo 2, envolve uma quantidade considerável de fatores necessários de quantificar para que seja possível chegar ao valor do risco de incêndio.

Para tal, numa primeira fase, foi necessário realizar um levantamento pormenorizado da informação disponível acerca dos edifícios nos quarteirões inseridos na área de análise, bem como o apuramento das condições de acessibilidade dos arruamentos e dos meios de combate ao incêndio. Já numa segunda fase, com toda a informação recolhida e analisada, foi possível realizar um diagnóstico à área de análise, para melhor entender quais os seus principais problemas e de que maneira estes afetam o risco de incêndio dos edifícios existentes.

Neste capítulo é descrito o processo de recolha da informação, necessário para a quantificação dos fatores do método MARIEE, não sem antes ser apresentada a área de estudo, bem como a explicação do diagnóstico realizado e dos resultados originados por este.

### **4.2. APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ANÁLISE**

#### **4.2.1. INTRODUÇÃO**

A área considerada para o realização do presente trabalho inclui duas ruas principais do CHP, a Rua das Flores e a Rua de Mouzinho da Silveira, que fazem o eixo de ligação entre a Baixa e a Ribeira. Inseridas na área classificada pela UNESCO como Património Mundial da Humanidade (1996) , [20], estas duas artérias de características comerciais rompem com a monotonia residencial do resto do CHP, criando assim um espaço de exceção neste.

#### **4.2.2. EIXO MOUZINHO-FLORES**

O Eixo Mouzinho-Flores estende-se entre a Praça Almeida Garrett/Largo dos Lóios e a Praça do Infante e representa um território com 11 hectares, onde existem 15 quarteirões com mais de 200 000 m<sup>2</sup> de área construída (Figura 4.1 e Figura 4.2).





Figura 4.1 - Imagem aérea da cidade do Porto com delimitação do CHP, a verde, e do Eixo Mouzinho-Flores, a amarelo.



Figura 4.2 – Imagem aérea do conjunto de quarteirões que perfazem o Eixo Mouzinho-Flores, [21]



O conjunto edificado formado pelas duas ruas, Mouzinho da Silveira e Flores, e os seus largos, constitui um valor patrimonial e urbano de elevado relevo, sendo utilizado como passagem de milhares de portuenses, de visitantes e de turistas que procuram a zona monumental e comercial da cidade. Como tal, e tendo em conta a degradação que o centro urbano do Porto sofreu nas últimas décadas, tornou-se imperativo regenerar toda esta zona, tendo como principais enfoques a requalificação do espaço público, a reabilitação do edificado e a revitalização da dinâmica urbana, de grande expressão comercial no passado.

Com esse objetivo foi criado o Programa de Acção para a Reabilitação Urbana do Eixo Mouzinho-Flores, pela SRU – Porto Vivo, com uma estratégia voltada para a regeneração de componentes urbanos que contribuam para a reabilitação da zona. O programa, sendo uma das 10 operações que constituem a estratégia territorial do Plano de Gestão do Centro Histórico do Porto, procura criar boas condições de utilização do espaço público, aumentar a qualidade do ambiente urbano local e potenciar polos de animação focados nas atividades lúdicas e culturais.

Atualmente, com o programa e muitas das suas operações em andamento, é já visível a transformação no tecido urbano da zona em estudo. Ao descermos a Rua de Mouzinho da Silveira, ou a Rua das Flores, contemplamos facilmente a quantidade, cada vez maior, de edifícios reabilitados, de intervenções em progresso, de novos estabelecimentos comerciais e de restauração, e de todo um novo ambiente urbano que se tem instalado nos últimos anos, (Figura 4.3 e Figura 4.4).



Figura 4.3 – Rua de Mouzinho da Silveira na atualidade.



Figura 4.4 – Rua das Flores na atualidade.

No que respeita ao risco de incêndio, as intervenções já concluídas nestes últimos anos vêm a proporcionar uma redução deste nos quarteirões do Eixo Mouzinho-Flores. Porém para determinar e analisar o risco de incêndio dos quarteirões e seus edifícios com o máximo rigor possível, é necessário realizar um levantamento detalhado de toda a informação existente sobre estes edifícios e sobre a zona em estudo. Esta análise, de cerca de 300 edifícios, é uma tarefa que para além de complexa, é bastante morosa. Tendo isto em conta, e devido ao facto de alguns dos quarteirões em causa serem abordados noutra dissertação, o autor reduziu a análise a 11 dos 15 quarteirões referidos. Assim, a área resultante deste processo e que será abordada no capítulo 5, quanto à análise do risco de incêndio, é ilustrada na **Error! Reference source not found.** e Figura 4.5.

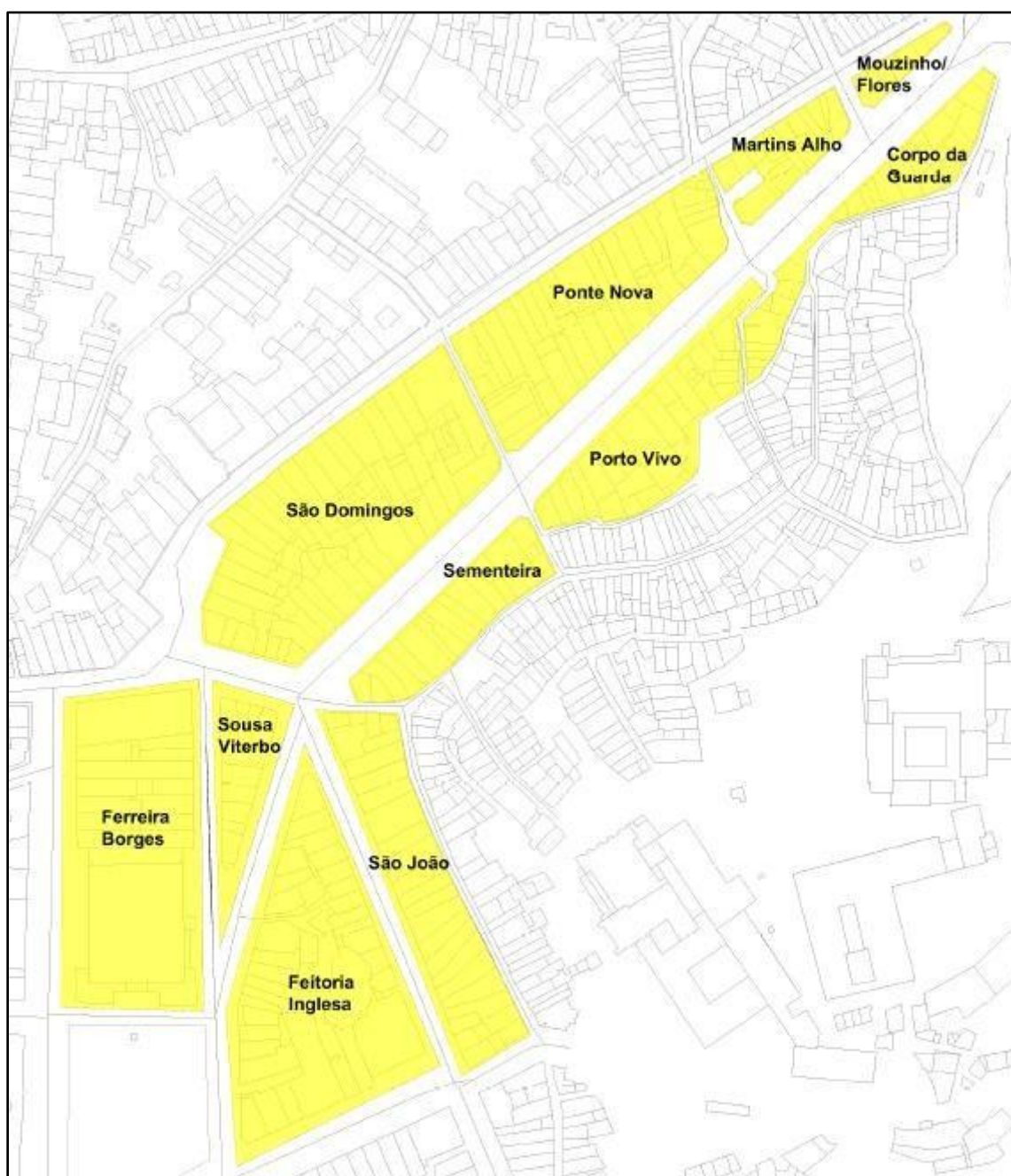


Figura 4.5 - Quarteirões a ser analisados na presente dissertação.

### **4.3. LEVANTAMENTO E RECOLHA DE DADOS**

#### **4.3.1. INTRODUÇÃO**

A avaliação de risco de incêndio dos edifícios antigos, em particular os de um centro urbano antigo, requer uma análise cuidada que tome em consideração a realidade física, quer da construção em si, quer dos locais onde estes estão inseridos. Desta forma, considera-se fundamental realizar um diagnóstico o mais completo possível da área de análise, para tomar conhecimento de todas as características e condicionantes relevantes para o risco de incêndio dos edifícios a analisar.

#### **4.3.2. FONTES E MEIOS UTILIZADOS**

##### **4.3.2.1. Introdução**

Para analisar o risco de incêndio de um edifício é necessário ter conhecimentos de todas as suas características construtivas e não construtivas que sejam relevantes, sendo algumas só perceptíveis recorrendo a visitas ao local e ao interior dos edifícios. Porém, devido à enorme quantidade de edifícios a analisar, seria impraticável realizar todo o levantamento da informação a partir de visitas ao interior dos edifícios. Assim, para recolher toda a informação necessária, o autor recorreu às seguintes fontes:

- Informação disponibilizada pela SRU-Porto Vivo, nos Documentos Estratégicos das unidades de intervenção – quarteirões. Nestes documentos encontram-se inseridos todos os dados recolhidos a partir de vistorias e levantamentos integrais aos edifícios, com vista a serem efetuados obras de reabilitação no futuro;
- A dissertação “Proposta de um novo método de avaliação do risco de incêndio para edifícios – aplicação no centro urbano antigo do Porto” Ana Costa (2013), foi utilizada devido a todos os dados analisados no caso de estudo respeitante à análise de 8 edifícios do CHP, incluindo visitas completas (exterior e interior) a estes. Esta fonte foi ainda utilizada para a demarcação dos hidrantes exteriores do CHP (este assunto será abordado no subcapítulo seguinte);
- A dissertação “Segurança contra incêndios em edifícios no Centro Histórico do Porto” Luis Rodrigues (2009), ao disponibilizar não só informação sobre a acessibilidade dos vários arruamentos do CHP mas também sobre a existência e operacionalidade dos hidrantes exteriores do CHP, foi utilizada como fonte para estes temas, que serão descritos no próximo subcapítulo);
- Visitas aos locais, a partir das quais foram apurados todos os dados passíveis de ser levantados recorrendo ao uso de fotografias;
- Por último, quaisquer informações divulgadas quer em motores de pesquisa, quer em websites e redes sociais, sobre os edifícios a ser analisados, mais concretamente acerca de estabelecimentos comerciais, de lazer ou de restauração.

De seguida será feita uma descrição de como algumas destas fontes de informação foram utilizadas e de que maneira contribuíram para o levantamento dos dados e para a quantificação dos fatores parciais do método MARIEE.

##### **4.3.2.2. SRU-Porto Vivo**

A SRU Porto Vivo – Sociedade de Reabilitação Urbana, foi constituída em 2004 com a missão de conduzir o processo de reabilitação urbana da Baixa Portuense. Tem, deste modo, o papel de promover e orientar todo o processo de reabilitação dentro da ACRRU – Área Crítica de Recuperação e



Reconversão Urbanística, do concelho do Porto, através da elaboração de documentos estratégicos de intervenção, da atuação como mediador entre proprietários e investidores e entre proprietários e arrendatários, tendo ainda como obrigação, em caso de necessidade, tomar a seu cargo a operação de reabilitação, com os meios legais de que dispõe.

Como foi mencionado anteriormente, nestes documentos podemos encontrar informação recolhida a partir de levantamentos integrais e diagnósticos dos edifícios de cada quarteirão, ou seja, informação extraída das vistorias. De uma maneira geral, a informação disponível num documento estratégico de uma unidade de intervenção está organizada em dois capítulos chave, o Levantamento e Diagnóstico da Situação Existente e Estratégia de Intervenção ou Intervenção Proposta.

Destes dois capítulos destacam-se alguns sub-capítulos que foram, de uma forma geral, utilizados para o diagnóstico da zona em estudo:

- **Caracterização construtiva** – é feita uma caracterização dos edifícios do quarteirão, realçando todos os aspectos construtivos relevantes para uma possível intervenção, incluindo registos de reabilitações passadas, referindo todas as alterações construtivas efetuadas. Além disso, nesta secção é analisado o estado de conservação dos edifícios pertencentes ao quarteirão (Figura 4.6), mencionando ainda o estado de salubridade, de segurança e de estética destes (Figura 4.7). Estes podem ser de nível Bom, Médio, Mau ou Ruína/Devoluta. Mais tarde será feita uma descrição e explicação destes níveis. As seguintes figuras foram retiradas de Documentos Estratégicos da SRU-Porto Vivo, Figura 4.7 e 4.8.

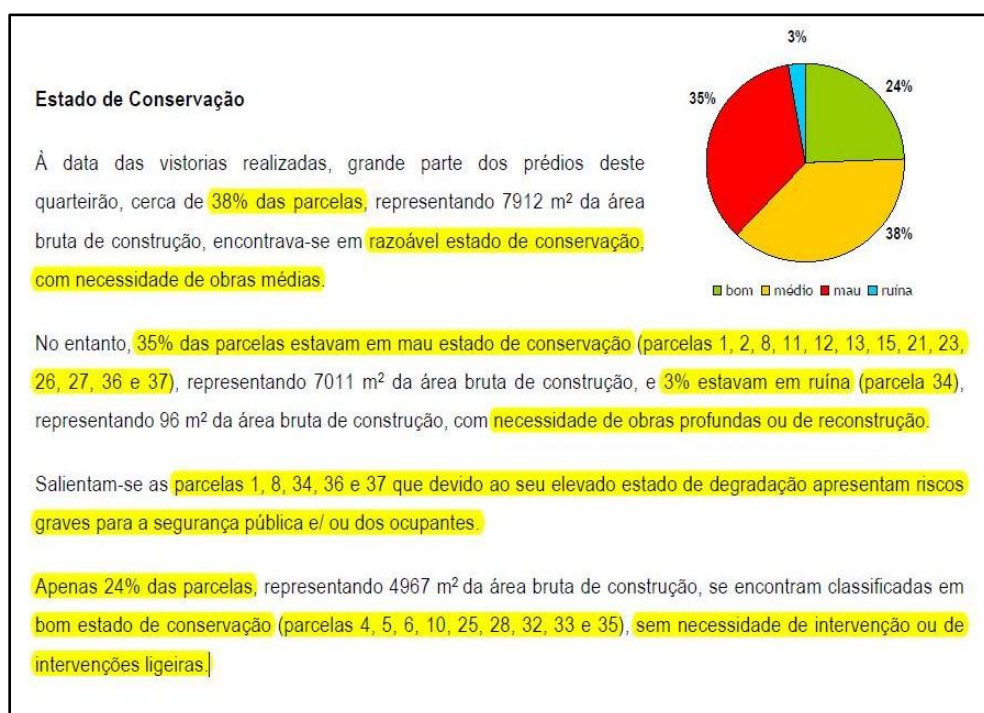


Figura 4.6- Exemplo descritivo do estado de conservação dos edifícios de uma unidade de intervenção, neste caso o quarteirão Ponte Nova, [22]

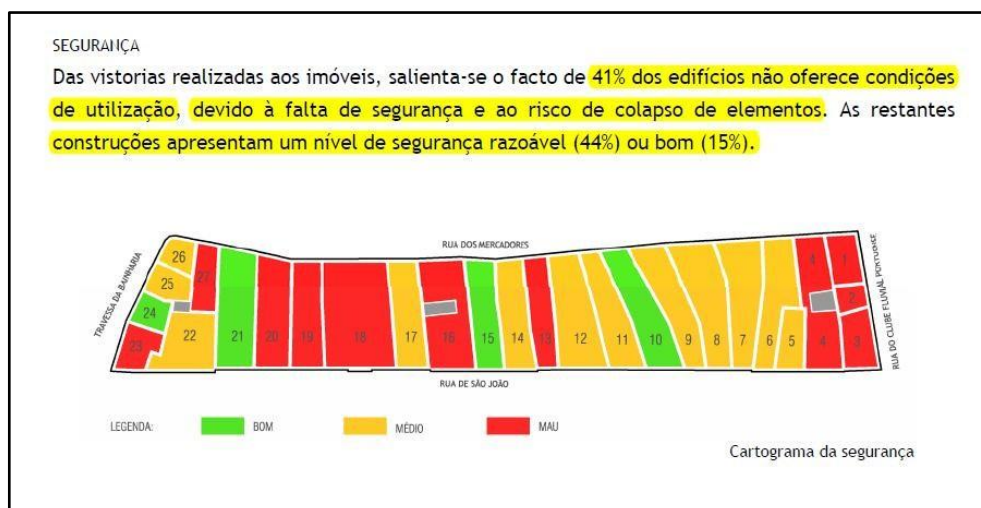
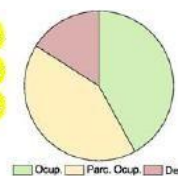


Figura 4.7 - Exemplo descritivo do estado de segurança dos edifícios de uma unidade de intervenção, Quarteirão São João, [23]

- **Ocupação** – é caracterizado o quarteirão, quanto ao estado de ocupação dos seus edifícios, estando totalmente ou parcialmente ocupado, ou devolutos (Figura 4.8). É também feita uma descrição funcional da ocupação de cada um dos pisos dos edifícios (Figura 4.9). Em alguns casos, este documento pode ainda conter um quadro síntese com as utilizações de cada edifício, bem como as áreas ocupadas por estas.

## 2.5 – Ocupação

O quarteirão encontra-se com uma taxa significativa de ocupação: 2 edifícios devolutos (14%); 6 edifícios parcialmente ocupados (43%); e 6 edifícios totalmente ocupados (43%). A diversidade de ocupação estará justificada pelos estados de conservação diferenciados dos fogos.



Dos edifícios completamente devolutos (2), um deles encontra-se em fase final de recuperação (parcela 12) e o outro, já deu início a um processo de reconversão (parcela 09).

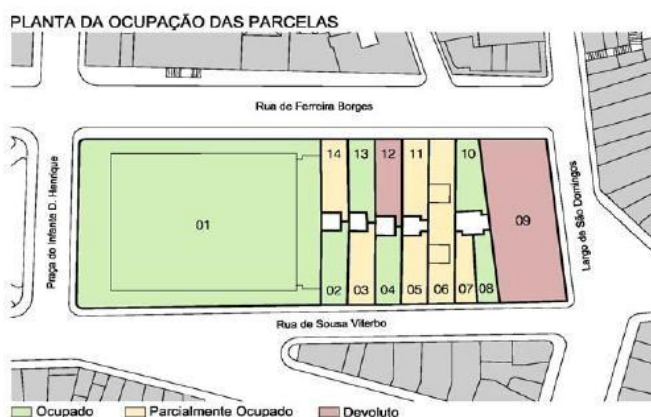


Figura 4.8 - Exemplo descritivo do estado de ocupação de uma unidade de intervenção, o Quarteirão Ferreira Borges, [24]



Figura 4.9 - Descrição funcional de um piso de um edifício no quarteirão Feitoria Inglesa, [25]

- **Plantas e alçados** – nesta secção são colocadas todos os alçados e plantas relevantes para uma possível reabilitação dos edifícios. Para a presente dissertação, os alçados foram particularmente valiosos, pois permitiram a determinação não só do número de pisos correto (incluindo pisos recuados) mas também saber a altura de cada um destes (Figura 4.10).



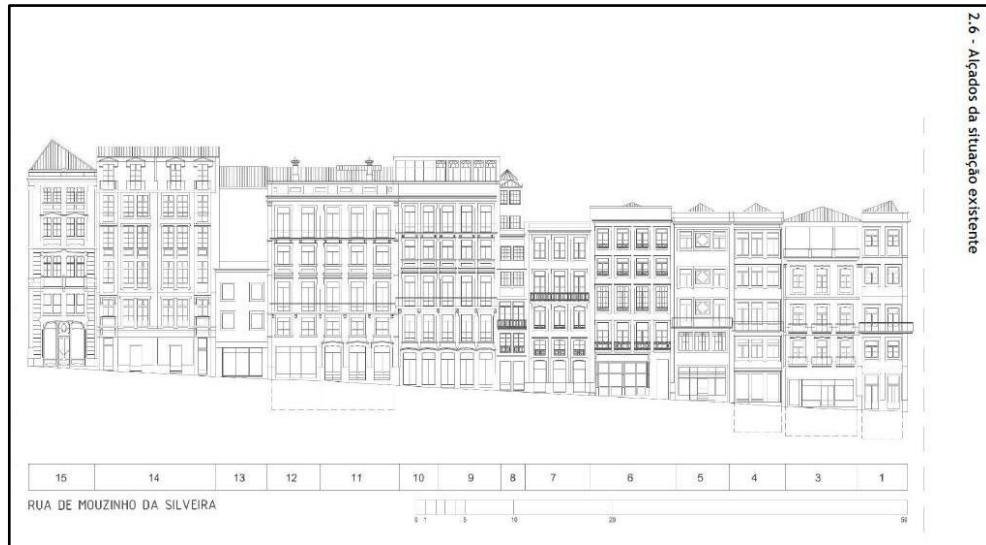



Figura 4.10 - Alçado de uma frente do quarteirão Sementeira, [26]

- **Intervenção proposta por parcela** – é feita uma descrição, parcela a parcela, do tipo de intervenção a realizar no futuro, salientando todos os aspetos pertinentes para esta. São referidos todos os elementos degradados a reabilitar, possibilitando um esboço do interior dos edifícios e do seu estado de conservação (Figura 4.11 e Figura 4.12). Assim, este subcapítulo tornou-se numa poderosa ferramenta para o autor, potenciando a qualidade dos valores atribuídos aos fatores do método MARIEE, principalmente para os edifícios ainda não reabilitados que foram analisados pela Porto Vivo.



- Remoção de estendais;
- Remoção das cablagens que percorrem as fachadas;
- Remoção das antenas do 2º e 3º andar;
- Remoção das caixas de estores exteriores.

**Parcela 12**

**Intervenção de Modo Isolado e de Nivel Profundo segundo a classificação explanada no Anexo I - Níveis de Intervenção, com especial incidência nas seguintes orientações:**

- Manutenção da volumetria do edifício, bem como da configuração e alinhamento da sua cobertura;
- Conservação da configuração das fachadas originais e requalificação das mesmas que inclui remoção dos azulejos existentes, o tratamento, impermeabilização e pintura de rebocos a criar, a limpeza e reparação das cantarias e o tratamento e pintura das guardas das varandas;
- Isolamento, impermeabilização e revestimento da fachada das águas-furtadas com materiais e cores tradicionais;
- Recuperação e/ou reposição das caixilharias existentes degradadas e removidas, preferencialmente em madeira, segundo o desenho e cores tradicionais;
- Remoção da chapa ondulada em ferro da empena confrontante com a parcela 11, prevendo o seu isolamento, impermeabilização e revestimento da empena com materiais e cores tradicionais;
- Revisão e reparação da cobertura, conservando a sua estrutura original e utilizando telha cerâmica da mesma natureza das que se encontram empregues;

Figura 4.11 – Algumas ações a tomar numa futura reabilitação da parcela 12 do quarteirão São João, [23]

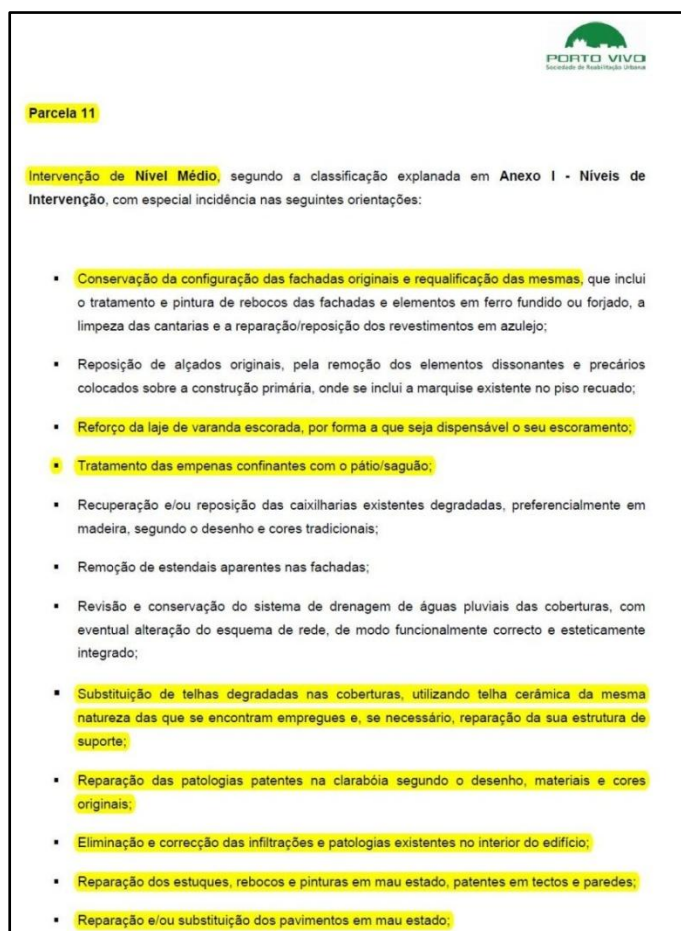


Figura 4.12 - Ações a tomar numa futura reabilitação da parcela 11 do quarteirão Ferreira Borges, [24]

Hoje em dia, devido à forte aposta na reabilitação da baixa do Porto, tem-se vindo a verificar um número cada vez maior de reabilitações em edifícios antigos. Não efetuando as visitas ao interior dos edifícios reabilitados, foi necessário recorrer uma vez mais aos documentos estratégicos dos quarteirões, nos quais encontram-se delineadas todas as alterações a realizar em futuras reabilitações das várias parcelas contíguas, (Figura 4.11 e 4.13). Além disso, no website da Porto Vivo, [27] e [28], são indicados todos os edifícios já reabilitados, bem como fotografias dos seus interiores.

#### 4.3.2.3. Caso de estudo realizado por Ana Costa (2013)

Na dissertação “Proposta de um novo método de avaliação do risco de incêndio para edifícios – aplicação no centro urbano antigo do Porto” Ana Costa (2013), foi feita uma análise do risco de incêndio a 8 edifícios através do método MARIE&Feup, todos eles situados no CHP e em estado de conservação diferentes. Para isso, foram realizadas vistorias completas aos edifícios, e registadas todas as informações relevantes para a análise do risco de incêndio, através de uma ficha de inspeção adequada, [4].

A informação disponibilizada por estas vistorias veio a servir de base de muitos dos valores quantificados pelo autor, dos fatores do método MARIEE. Isto deve-se não só à quantidade e qualidade dos dados recolhidos das visitas, mas também à categorização feita aos edifícios visitados em relação ao seu estado de conservação.

A possibilidade de cruzamento de dados entre estas vistorias e os relatórios inseridos nos documentos estratégicos por parte da Porto Vivo – SRU, veio a complementar e melhorar o levantamento de toda a informação sobre os edifícios em análise, já que os 8 edifícios mencionados anteriormente foram analisados pelas duas fontes em questão. Assim esta situação permitiu a verificação e validação dos diagnósticos realizados por ambas as fontes (embora tenham sido feitos em diferentes datas), como pode ser comprovada pela simples comparação de alguns dados descritos nas Figuras 4.13 e 4.14, assinalados a amarelo.

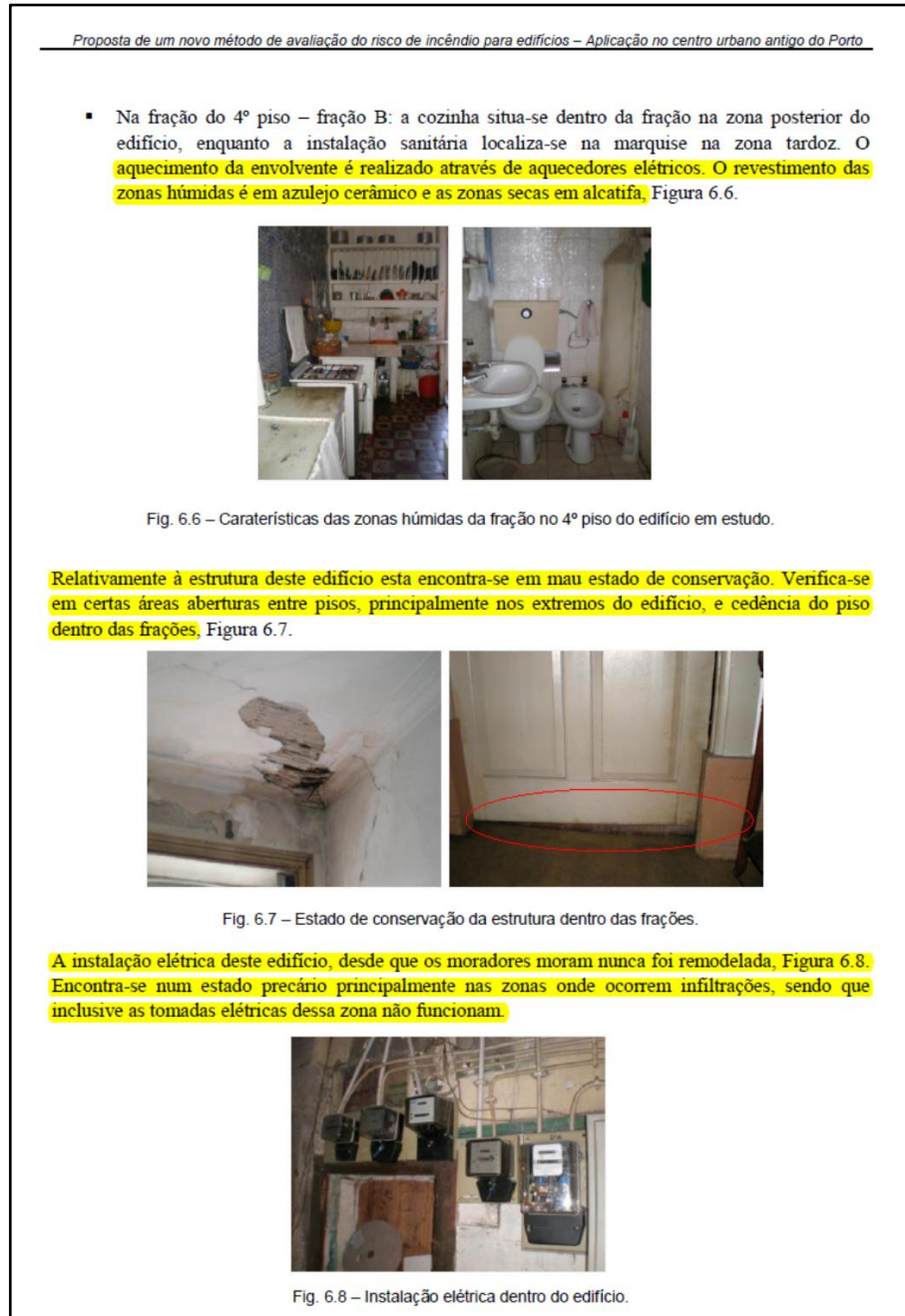


Figura 4.13 – Descrição do estado do edifício 11 do quarteirão Ferreira Borges, [4]



#### 4.3.2.4. Visitas aos locais

Uma das tarefas principais na presente dissertação correspondeu à visita dos locais em análise, observando edifício a edifício e gravando fotograficamente cada um destes. Esta tarefa teve como objetivo não só a própria gravação fotográfica de cada edifício, focando alguns detalhes que ressaltassem como relevantes para o seu diagnóstico, bem como a atualização da análise feita pela Porto Vivo no caso de possíveis reabilitações ocorridas nos últimos anos. Assim, tornou-se essencial realizar o levantamento de todos os edifícios a analisar, retirando o máximo de informação possível, nomeadamente: o tipo de ocupação, o estado de conservação da fachada e das empenas, a existência de equipamentos de segurança (detetores de incêndio, extintores, etc...).

A título de exemplo, são apresentadas algumas fotografias de visitas efetuadas aos locais em estudo, Figuras 4.15, 4.16, 4.17 e 4.18.



Figura 4.14 - Exemplo de edifícios, inseridos no Eixo Mouzinho-Flores, em fase de intervenção.



Figura 4.15 - Exemplos de intervenções concluídas, inseridas área de análise.



Figura 4.16 - Exemplos de edifícios devolutos/ruína, nos locais analisados.



1. Existência de extintor no estabelecimento de restauração.
2. Existência de sistema de detecção e alarme de incêndio, no estabelecimento de restauração.
3. Existência de porta corta-fogo entre o cenário de incêndio e outro compartimento, num estabelecimento comercial.

Figura 4.17 - Exemplos de equipamentos de segurança contra incêndios, em alguns dos edifícios analisados.

#### 4.4. DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE ANÁLISE

##### 4.4.1. INTRODUÇÃO

Com a recolha dos dados feita, foi realizado um diagnóstico de todos os locais visitados e estudados, permitindo obter uma perspetiva sobre o edificado a analisar, bem como todos os aspetos problemáticos do ponto de vista da segurança contra incêndio. Este diagnóstico debruçou-se não só no estado e condição de todo o edificado em causa, em particular no estado de conservação, salubridade, segurança e de ocupação, mas também nas condicionantes do combate ao incêndio como a proximidade do Corpo de Bombeiros, a acessibilidade aos locais, os hidrantes exteriores, etc...

É importante referir que este diagnóstico possibilitou a quantificação de muitos dos fatores parciais do método MARIEE, embora não todos, pelo que este assunto será versado no próximo capítulo.

Assim, serão de seguida expostas todas as temáticas abordadas no diagnóstico feito ao Eixo Mouzinho-Flores.



#### 4.4.2. ESTADO DE CONSERVAÇÃO

A avaliação do estado de conservação do património edificado do CHP, realizada no diagnóstico feito pelo autor, teve os seguintes critérios:

- **Reabilitado:** edifícios intervencionados recentemente, cuja intervenção, feita posteriormente a 2009, respeite a nova legislação de segurança contra incêndio em vigor. Esta nova legislação, o Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios (RSCIE), veio a incrementar a consideração tomada por esta área, quer em projetos de edifícios novos quer em projetos de edifícios existentes. É importante referir que estes edifícios não necessitam, em princípio, de intervenções num futuro próximo, sendo que estão em excelentes condições de utilização;
- **Bom:** edifício em boas condições de utilização. Pode necessitar de obras de manutenção, ao nível de conservação de fachadas ou pequenas reparações de elementos construtivos. Neste caso, é impossível assegurar o respeito das novas legislações em vigor, sendo que a reabilitação é demasiado ligeira para ser necessário intervir ao nível das soluções e sistemas construtivos principais. Tratam-se de edifícios que tenham sofrido intervenções nas últimas décadas, ao abrigo do programa RECRUA, CRUAR, entre outros;
- **Médio:** edifício com alguns problemas de utilização visíveis, uma vez que apresenta algumas deficiências ao nível infraestrutural. Os trabalhos necessários em intervenções deste tipo incluem, genericamente, substituição de instalações eléctricas e hidráulicas, melhoria das condições funcionais e ambientais, ao nível das cozinhas e casas de banho, e reparação dos revestimentos das fachadas e empenas e de paredes interiores.
- **Mau:** edifício em más condições de utilização, sendo que necessita de obras profundas, atuando não só ao nível das infraestruturas mas também ao nível dos sistemas construtivos e da distribuição e organização tipológica. O tipo de intervenção para estes edifícios necessita da elaboração do projeto correspondente, uma vez que compreendem demolições e reconstruções, no âmbito das estruturas e circulações verticais e horizontais, e obrigam a desocupação temporária dos edifícios.
- **Devoluto/Ruínas:** estes assemelham-se aos edifícios em mau estado de conservação, ao nível das condições de utilização, embora se encontrem desocupados, permitindo uma maior degradação dos mesmos. Por norma, estes têm uma maior prioridade de intervenção, já que não possuem quaisquer condições de utilização e constituem um risco para os moradores locais.
- **Obras:** edifícios em fase de intervenção.

Dos 255 edifícios analisados no Eixo Mouzinho-Flores, constatou-se que 42% apresentam-se em bom estado de conservação, incluindo os edifícios reabilitados recentemente (24%), correspondente a um total de 107 edifícios; 57 edifícios apresentam-se em médio estado (22%) e 43 em mau estado de conservação (17%); dos 48 edifícios desocupados, 9 encontram-se em processo de reabilitação (4%), sendo que os restantes 39 estão devolutos/ruína (15%).

Deste modo, é possível concluir que a zona tem sido alvo de uma forte operação de revitalização, visto que ¼ dos edifícios foram reabilitados nos últimos 5 anos. Como mencionado anteriormente, esta situação deve-se ao carácter único do Eixo do Mouzinho-Flores, fortemente comercial, cuja regeneração é essencial para a revitalização da baixa do Porto. Porém, é ainda possível constatar a existência de edifícios devolutos, alguns deles em estado de ruína, a necessitarem urgentemente de algum tipo de intervenção.

O panorama do estado de conservação dos edifícios da zona em estudo, e nos quarteirões analisados, é ilustrado na Figura 4.18 e Figura 4.19.

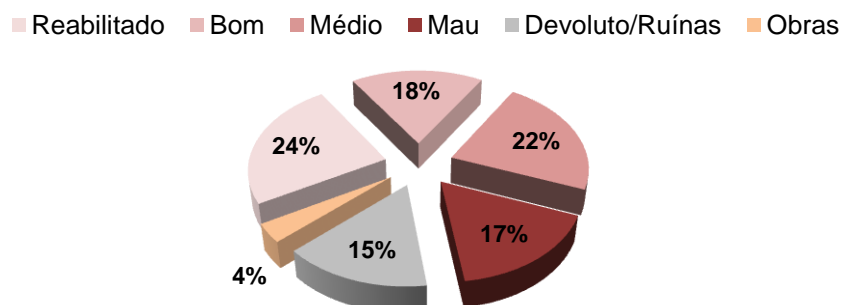


Figura 4.18 - Estado de conservação dos edifícios inseridos na zona Eixo Mouzinho-Flores.

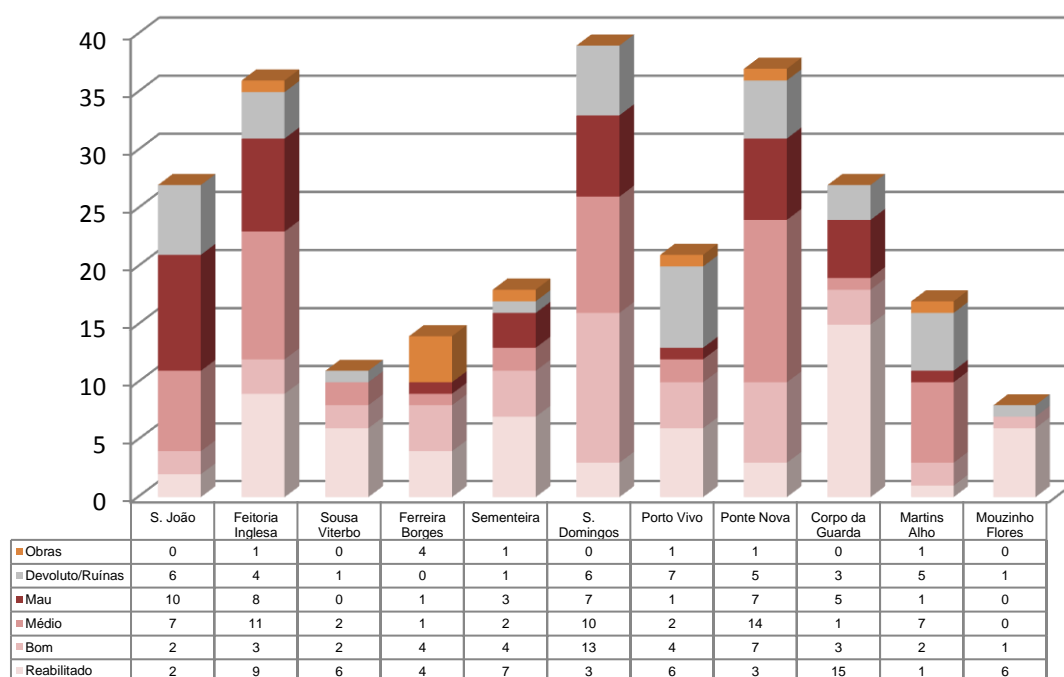


Figura 4.19 - Distribuição do estado de conservação pelos vários quarteirões analisados.

De uma maneira geral, todos os quarteirões possuem edifícios com intervenções recentes, como também edifícios em mau estado de conservação, ou até ruína. Todavia, é possível constatar que nas zonas mais afastadas da Rua de Mouzinho da Silveira ou em algumas ruas perpendiculares a esta, os edifícios apresentam maiores sinais de degradação. É caso dos edifícios do quarteirão S. João, ou dos edifícios contíguos à Rua da Ponte Nova ou à Rua do Souto, Figura 4.21.

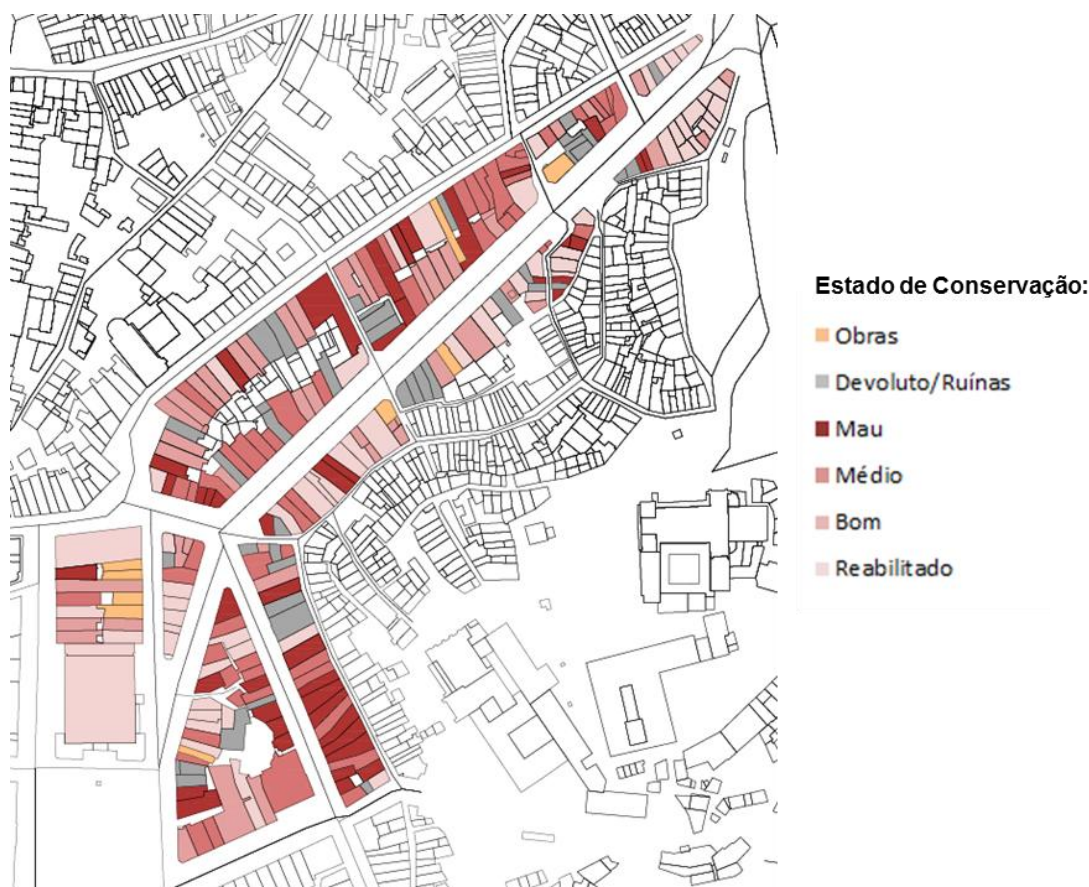


Figura 4.20 - Estado de conservação de todos os edifícios analisados.

#### 4.4.3. CONDIÇÕES DE SEGURANÇA

Do diagnóstico realizado, concluiu-se que dos 207 edifícios analisados estruturalmente (edifícios devolutos não foram analisados), 71 (34%) apresentam boas condições de segurança, sem necessidade de qualquer intervenção; 92 (45%) exibem condições razoáveis de segurança, com necessidade de reparação e substituição de alguns elementos estruturais; e 44 (21%) não oferecem quaisquer condições de utilização, devido à falta de segurança e ao risco de colapso de elementos, Figura 4.22.

■ Bom ■ Médio ■ Mau

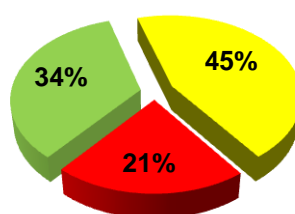


Figura 4.21 - Condições de segurança dos edifícios analisados.

#### 4.4.4. CONDIÇÕES DE SALUBRIDADE

Os índices de salubridade da zona estudada, embora relativamente elevados nas últimas décadas, têm vindo a reduzir, devido principalmente às várias intervenções recentemente efetuadas nos edifícios. Dos 207 edifícios analisados, 93 (45%) possuem boas condições de salubridade; 53 (26%) apresentam condições médias de salubridade; e 61 (29%) não possuem quaisquer condições de salubridade, devido não só à deterioração dos elementos construtivos e das instalações, mas também à deficiente ventilação e isolamento das parcelas, Figura 4.23.

■ Bom ■ Médio ■ Mau

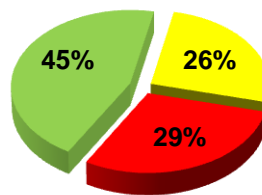


Figura 4.22 - Condições de salubridade dos edifícios analisados.

Na realidade, a questão da salubridade trata-se dos problemas que mais afetaram e que ainda afetam os edifícios do CHP, já que muitos destes possuem compartimentos interiores que foram sub-dimensionados e sub-compartimentados, acrescendo ao facto de estes estarem, em tempos, sobrelotados. É precisamente por estas razões acima descritas, que as intervenções correntes atuam de modo cuidadoso ao nível das infraestruturas e das condições de funcionalidade e conforto, existindo frequentemente a necessidade de reconfigurar por completo as tipologias habitacionais, dotando todas as frações de boas condições de salubridade.

#### 4.4.5. UTILIZAÇÃO-TIPO CONDICIONANTE E RESPECTIVA CATEGORIA DE RISCO

O método MARIEE avalia o risco de incêndio de um edifício através da análise de uma fração da utilização-tipo condicionante, ou seja, a que apresente maior categoria de risco. Tendo isto em conta, tornou-se necessário examinar todos os edifícios quanto à sua ocupação e utilização, bem como averiguar qual a utilização mais condicionante.

Ao nível da ocupação, os edifícios podem ser:

- **Totalmente ocupado:** todos os pisos encontram-se ocupados por uma única ou diferentes utilizações;
- **Parcialmente ocupado:** edifício é ocupado, embora exista número variável de pisos que estejam desocupados;
- **Devoluto:** edifício totalmente desocupado.

Ao nível da utilização, os dados recolhidos e as visitas aos locais permitiram a caracterização dos edifícios analisados, como é possível constatar na Figura 4.24, na qual são apresentadas as utilizações-tipo condicionantes destes. Entende-se por condicionante, a utilização-tipo cujo risco de incêndio será o mais gravoso no edifício inserido, embora possam existir outras UTs neste.

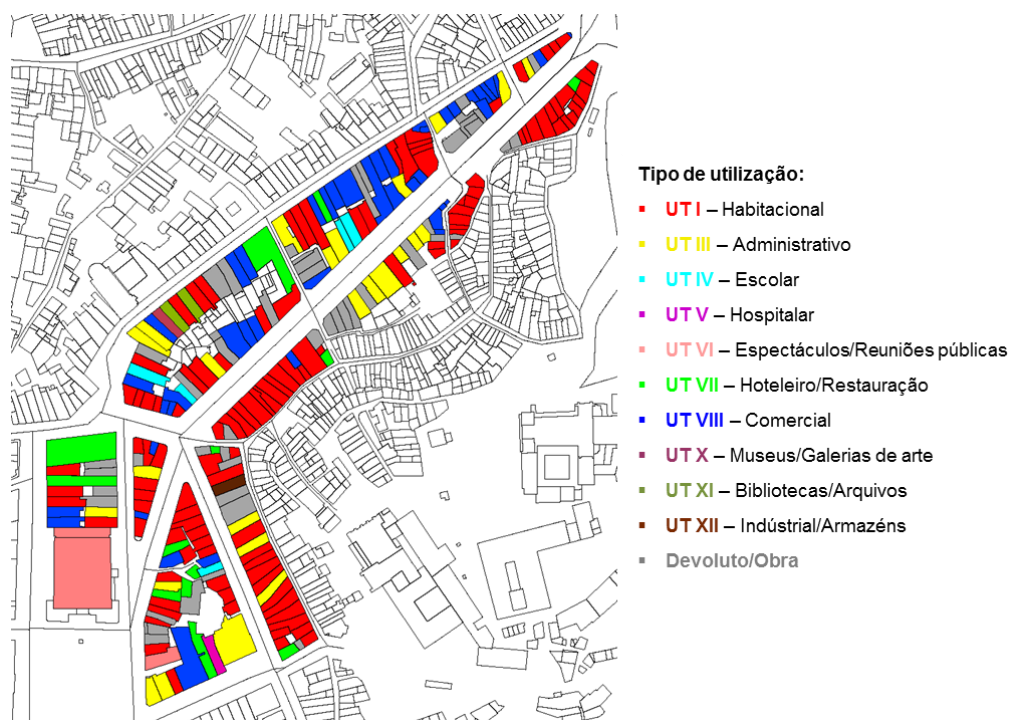


Figura 4.23 - Utilização condicionante para cada edifício inserido na área de análise.

Por sua vez, a Figura 4.25 caracteriza cada edifício quanto à categoria de risco da utilização-tipo condicionante.

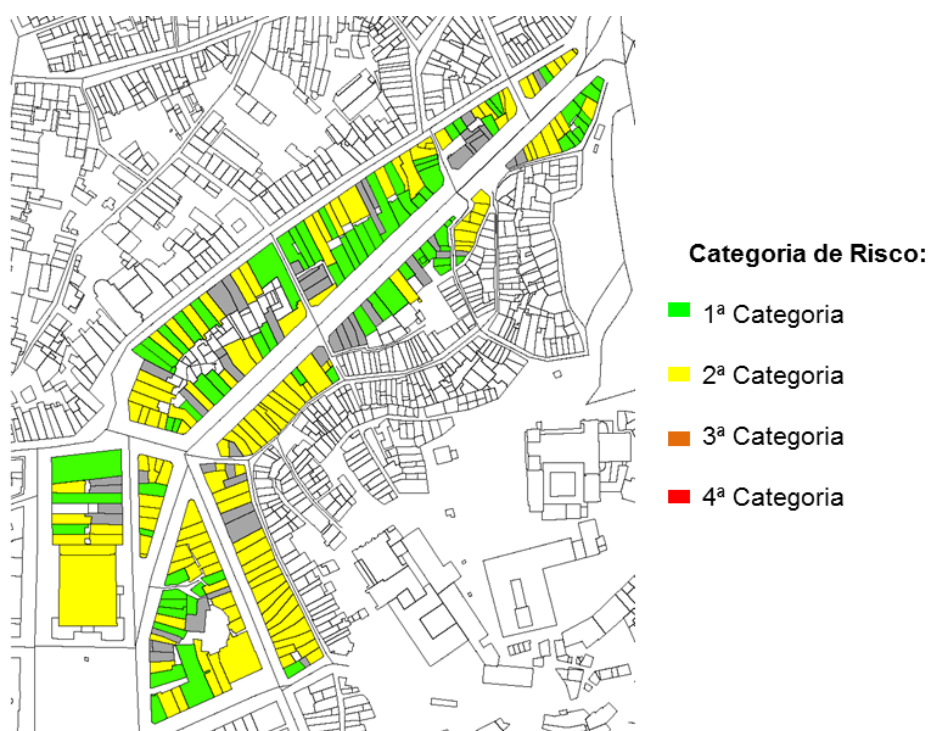


Figura 4.24 - Categoria de risco da utilização-tipo condicionante dos vários edifícios analisados.

Com base no que foi ilustrado, é possível concluir que a ocupação dos edifícios, ao nível da utilização, é bastante variada. Contudo é visível o predomínio da habitação como utilização-tipo condicionante,



não só por esta ser a base tipológica dos edifícios antigos, mas também por ocupar normalmente os pisos superiores dos edifícios, o que corresponde a uma provável categoria de risco superior às restantes utilizações existentes nestes.

#### 4.4.6. COMBATE AO INCÊNDIO E HIDRANTES EXTERIORES

Como se sabe, um incêndio é tanto mais destrutivo quanto maior for o intervalo de tempo entre a sua deflagração e o início da intervenção de combate às chamas. No CHP, os edifícios sendo predominantemente antigos, não possuem meios de primeira intervenção, como é o caso de extintores portáteis. Além disso, as zonas em causa são habitualmente habitadas por pessoas idosas ou os edifícios são ocupados por comércio (com horário de funcionamento limitado) ou estão devolutos.

Deste modo, é fundamental a proximidade do quartel do Corpo de Bombeiros das zonas mais suscetíveis a possíveis incêndios, para garantir uma rápida resposta e um eficaz combate a estes. A existência de hidrantes exteriores, ou outros meios de segunda intervenção, é igualmente importante para o combate ao incêndio, pois permite que este seja feito de forma adequada.

A área de análise, o Eixo Mouzinho-Flores, estando inserida no CHP, é servida pelo quartel do Batalhão de Bombeiros Sapadores junto à estação de São Bento, Figura 4.26. Este quartel encontra-se estrategicamente localizado para poder atuar rapidamente no CHP em caso de incêndio.



Figura 4.25 - Vista aérea sobre o CHP, com delimitação da área de análise (a amarelo) e do Quartel dos BSB mais próximo (a vermelho), junto à estação de S. Bento.

Embora a proximidade do quartel do Corpo de Bombeiros seja determinante no eficaz combate ao incêndio, é indispensável que a acessibilidade dos vários arruamentos não condicione as intervenções dos bombeiros. Com a realização do diagnóstico à área de análise, o autor pôde constatar que um dos graves problemas do CHP reside precisamente na características dos arruamentos, que limitam a

acessibilidade a estes, por parte dos vários veículos do Corpo de Bombeiros, e consequentemente o combate a possíveis incêndios. De uma forma geral, os arruamentos do Eixo Mouzinho-Flores, fora as ruas principais, apresentam uma largura reduzida, com raios de curvatura muito pequenos, grandes declives e por vezes possuem degraus, rampas ou outros tipos de condicionantes, como o estacionamento abusivo.

Para uma eficaz análise do risco de incêndio dos edifícios do Eixo Mouzinho-Flores, o autor dividiu o tipo de acessibilidade dos arruamentos, baseado no trabalho realizado por Rodrigues [20], que afetam a zona em causa, da seguinte forma:

- Fácil acessibilidade: arruamentos que permitem o acesso a todo o tipo de veículos de combate ao incêndio, ligeiro ou pesado, sem qualquer tipo de dificuldade, (a verde – Figura 4.27);
- Díficil acessibilidade: arruamentos que permitem o acesso a veículos de combate ao incêndio, ligeiros ou pesados, embora de forma condicional (em alguns casos, só são acessíveis por veículos ligeiros), quer pela sua reduzida largura ou pela existência de estacionamento abusivo, (a amarelo – Figura 4.27) ;
- Sem acessibilidade: arruamentos que não permitem o acesso a veículos de combate ao incêndio, devido normalmente ao facto de possuírem degraus ou larguras demasiado reduzidas, (a vermelho – Figura 4.27).

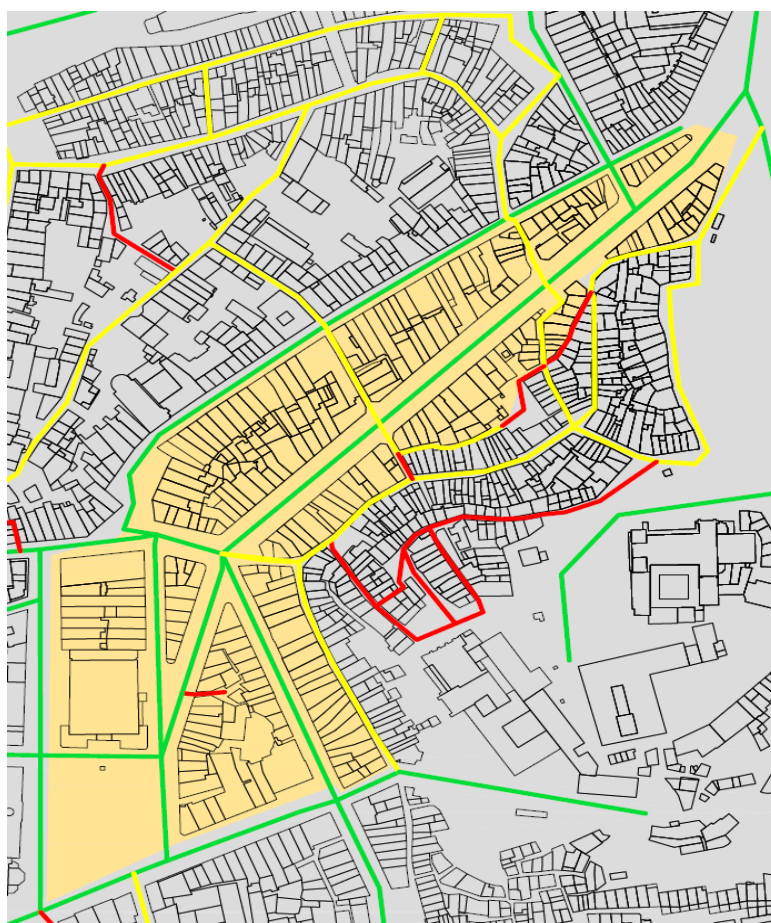


Figura 4.26 - Acessibilidade dos vários arruamentos que afetam a área de análise



Relativamente aos hidrantes exteriores, a sua inexistência ou insuficiência, a falta de manutenção, ou a falta de pressão de água destes, aumentam o risco de incêndio, traduzindo-se numa maior dificuldade e demora nas operações de combate ao incêndio. De um modo geral, a quantidade de hidrantes exteriores no CHP é insuficiente, sendo que muitos destes encontram-se inoperacionais em virtude da falta de manutenção. Contudo, nos últimos anos devido ao número cada vez maior de reabilitações dos edifícios e das infraestruturas dos arruamentos, a quantidade de hidrantes exteriores têm vindo a aumentar, havendo também uma maior preocupação pela sua manutenção.

Segundo Rodrigues [20] e Ana Costa [4], na área de análise, os hidrantes exteriores existentes e operacionais que afetam o combate ao incêndio nos edifícios contíguos são ilustrados na Figura 4.28.

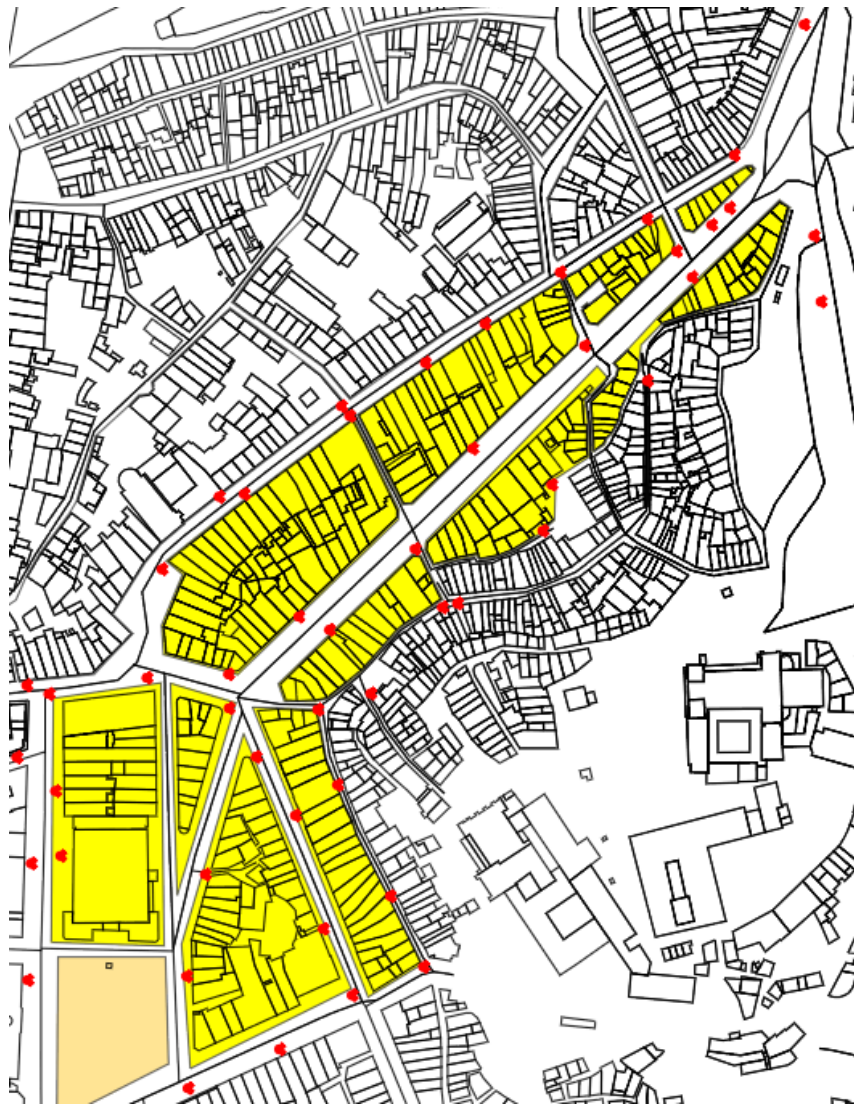


Figura 4.27 – A vermelho, os hidrantes exteriores mais próximos dos quareirões analisados

Com base em toda a informação recolhida e o diagnóstico realizado, descrito no presente capítulo, será feita a aplicação e avaliação do risco de incêndio dos edifícios da área de análise, cuja exposição será feita no próximo capítulo.



# 5

## **ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO DA ÁREA DE ANÁLISE PELO MÉTODO MARIEE – CARTA DE RISCO DE INCÊNDIO**

### **5.1. INTRODUÇÃO**

Neste capítulo será efetuada a aplicação do método MARIEE aos edifícios inseridos na área de análise proposta e exposta a respetiva carta de risco de incêndio. No total foram analisados 208 edifícios, todos eles pertencentes à zona do Eixo Mouzinho-Flores. Porém, devido à impossibilidade de apresentar a aplicação do método MARIEE aos 208 edifícios, o autor decidiu demonstrar o processo de determinação do risco de incêndio de 2 edifícios de diferentes estados de conservação. Assim, serão explicadas detalhadamente todas as etapas da metodologia, desde a quantificação dos fatores MARIEE até à obtenção do valor do risco de incêndio, através da ferramenta desenvolvida por André Correia [2] e Jorge Pissarra [3] nas suas dissertações de mestrado, em VBA (*Visual Basic for Applications*).

Deste modo, pretende-se com este estudo mostrar, exemplificar e explicar a metodologia de análise adotada pelo autor ao longo da dissertação, para que sirva de base a futuras avaliações e análises semelhantes.

No final do capítulo será feita uma apresentação da carta de risco de incêndio da zona em estudo, resultante da análise do risco de incêndio aos 208 edifícios analisados.

Todos os anexos que resultaram da análise do RI do edificado em análise, bem como o mapa de risco da área de análise, estão disponíveis num CD anexo à dissertação.

#### **5.1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Antes de iniciar o processo de análise de risco de incêndio, o autor tomou algumas considerações, que devido à sua importância, devem ser mencionados nesta fase inicial do capítulo.

Conforme exposto anteriormente, dos 255 edifícios inseridos na área do Eixo Mouzinho-Flores, só serão analisados 208, uma vez que não serão incluídos nesta análise os edifícios devolutos. Isto deve-se ao facto de ser impraticável quantificar e determinar alguns dos fatores do método MARIEE para este tipo de edifícios. É o caso dos fatores parciais relativos às instalações e equipamentos existentes no edifício, nomeadamente as instalações de confeção e conservação de alimentos, elétricas e de ventilação, etc... É possível constatar também a impossibilidade de determinação do estado de conservação real do interior dos edifícios, já que os edifícios devolutos, ao não serem alvo de

manutenções ou mesmo de limpezas regulares por parte dos moradores, facilmente ficam mais degradados. Desta forma, considerou-se que os edifícios devolutos não seriam incluídos na análise do risco de incêndio.

Relativamente aos fatores do método, é fundamental destacar o fator parcial Consequência Parciais de Incêndio nas Vias Horizontais de Evacuação, que não será aplicado no método a todos os tipos de edifícios existentes na área de análise. Isto deve-se principalmente ao facto do edifício habitacional, o mais comum da Eixo Mouzinho-Flores (Capítulo 4), não possuir geralmente vias horizontais de evacuação, uma vez que as caixas de escadas não são enclausuradas, considerando assim que a saída das frações é feita diretamente para as vias verticais de evacuação. Para o caso dos restantes edifícios, ao não ser considerado a aplicação deste fator no método permite, calcular o risco de incêndio de modo conservativo. Acrescido a isto, existe ainda a dificuldade em determinar as características das VHE, em caso de existência, nomeadamente o comprimento destas.

É também importante salientar o facto do tipo de utilização do edifício condicionar a ferramenta a aplicar para determinar o risco de incêndio pelo método MARIEE. Conforme foi dito anteriormente, a ferramenta desenvolvida por André Correia e Jorge Pisarra, [2] e [3], consiste, na realidade, em 2 modelos numéricos, programados em VBA. Assim, para edifícios habitacionais, administrativos, escolares, hospitalares e hoteleiros, utilizou-se o modelo numérico de André Correia. Já para o caso dos edifícios comerciais, bibliotecas e salas de espetáculos, foi utilizado o modelo numérico de Jorge Pisarra. Os modelos referidos encontram-se anexados na presente dissertação.

#### **5.1.2. SELEÇÃO DOS EDIFÍCIOS PARA A APLICAÇÃO DO MÉTODO MARIEE**

Os edifícios selecionados, para apresentar e descrever a aplicação do método MARIEE para a análise do risco de incêndio, são os seguintes:

- Edifício 1: Edifício situado no quarteirão de São de Domingos, no largo de São Domingos nº 86 a 89. O edifício foi reabilitado recentemente pela SRU-Porto Vivo e tem como utilização-tipo condicionante a UT I – Habitação, 2ª categoria de risco;
- Edifício 2: Edifício situado no quarteirão Corpo da Guarda, na Rua do Souto nº 42 a 44. O edifício encontra-se em mau estado de conservação, tendo como utilização-tipo condicionante a UT I – Habitação, 1ª categoria de risco.

### **5.2. ANÁLISE DO EDIFÍCIO 1 – HABITACIONAL E REABILITADO RECENTEMENTE**

#### **5.2.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO**

O edifício em questão situa-se no quarteirão de São Domingos (nº 14012 no documento da Porto Vivo [29]), no largo de São Domingos, com entrada pelo nº 86 a 89, tratando-se da parcela nº 34 de um total de 39. No que concerne ao estado de conservação das parcelas do quarteirão, 3 foram reabilitadas recentemente, 13 encontram-se em bom estado, 7 em mau estado, 10 em estado razoável e 6 estão devolutos ou em ruínas, Figura 5.1a.

Segundo o Documentos Estratégico para a Unidade de Intervenção do Quarteirão de São Domingos, [29], publicado em 2009, a Porto Vivo classifica a parcela em estado razoável de conservação, (Figura 5.1), necessitando de um tipo de intervenção média, em particular ao nível estrutural e interior (revestimentos interiores e instalações).

Recentemente, o edifício sofreu uma intervenção, segundo o Documento Estratégico, [29], e trata-se atualmente de um edifício de habitação para aluguer a turistas.

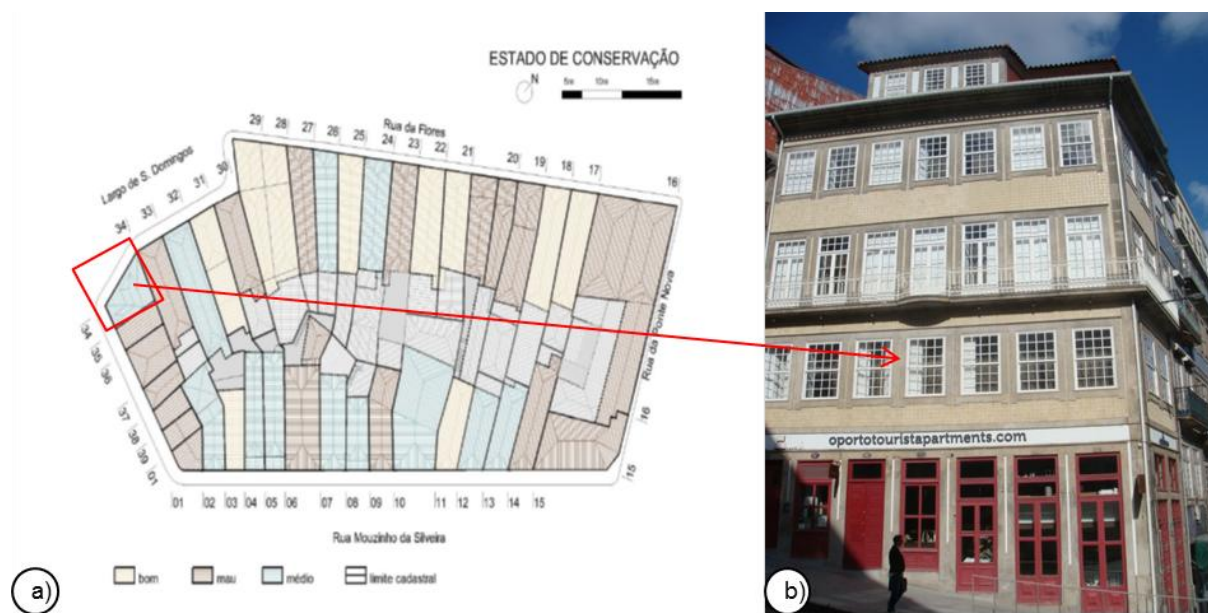


Figura 5.1 - Estado de conservação, [29], e aspeto geral do edifício.

Trata-se de um edifício de gaveto, com 3 pisos mais um quarto piso recuado e uma cave. O R/C é ocupado por escritórios de uma empresa que aluga apartamentos turísticos, nomeadamente os que se situam nos pisos acima, tratando-se portanto de frações de habitação. Assim, a análise de risco de incêndio do edifício é feita com base nas características da fração do último piso, visto ser mais crítico dentro do âmbito (devido à dificuldade de evacuação por parte dos moradores).

Segundo a Porto Vivo, a intervenção do edifício passou por reforçar estruturalmente a estrutura horizontal, em madeira, melhorar as condições de salubridade e eliminação e correção das infiltrações e patologias existentes no interior do mesmo, Figura 5.2.



PARCELA 034



Intervenção de **Nível Médio**, segundo a classificação explanada em **Anexo I - Níveis de Intervenção**, com especial incidência nas seguintes orientações:

- Conservação da configuração das fachadas originais e requalificação das mesmas, que inclui o tratamento e pintura de rebocos das fachadas e a limpeza das cantarias;
- Reabilitação das guardas em ferro das varandas;
- Reforma do sistema de drenagem de águas pluviais das coberturas, com alteração do esquema de rede, de modo funcionalmente correcto e esteticamente integrado;
- Manutenção da sua cobertura principal conforme desenho original;
- Revisão e eventual substituição de infra-estruturas;
- Eliminação e correcção das infiltrações e patologias existentes no interior do edifício;
- Reparação dos estuques, rebocos e pinturas em mau estado patentes em tectos e paredes;
- Reparação e/ou substituição de pavimentos em mau estado;
- Criação de condições de ventilação adequadas nos compartimentos interiores;
- Reforço estrutural de pavimentos em madeira.

Correcção das dissonâncias existentes, nomeadamente ao nível de:

- Normalização e/ ou substituição de letreiros publicitários e toldos do espaço comercial de acordo com a regulamentação em vigor.

Q14012 Projecto Base de Documento Estratégico – São Domingos

Versão Web

81

Figura 5.2 – Aspetos a reabilitar na parcela 34, em 2009, [29].

As informações disponibilizadas pela PortoVivo, não sendo suficientes para a caracterização interior atual do edifício, levou a que o autor recorresse ao website de aluguer dos apartamentos, [30], que não só faz a descrição dos apartamentos como também contém fotografias dos mesmos.

Esta fonte descreve um pouco das condições de utilizações dos apartamentos, referindo nomeadamente a existência de aquecimento central e ar condicionado, cozinha totalmente equipada e instalações sanitárias em excelentes condições.

Nos parágrafos seguintes faz-se, com os dados aqui recolhidos, a avaliação do edifício em termos de análise de Risco de incêndio através do método MARIEE, como descrito no Capítulo 2.

## 5.2.2. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO (POI)

### 5.2.2.1. Caracterização da Construção (POI<sub>cc</sub>)

Segundo a Porto Vivo [29], é dito que o edifício possui uma estrutura horizontal de madeira, tendo sido reabilitada e reforçada aquando a intervenção recente. Tendo isto em conta, considera-se a inexistência de infiltrações no interior do edifício.

De acordo com a descrição anterior, o valor do fator parcial relativo à caracterização da construção é igual a 1,05, Figura 5.3.

A imagem mostra a interface do software 'Método MARIEE'. No topo, há uma barra de navegação com as seguintes opções: 'Risco de incêndio', 'Probabilidade de ocorrência de incêndio' (selecionada), 'Consequências no cenário de incêndio', 'Consec', 'Caracterização da construção' (selecionada), 'Instalações de energia elétrica', 'Instalações de aquecimento' e 'Instalações c'. Abaixo, o formulário 'Caracterização da construção' contém os seguintes campos: 'Ocupação' com o valor 'Ocupada'; 'Instalações elétricas' com um campo vazio; 'Combustibilidade da laje' com o valor 'Suporte combustível'; 'Estado de conservação' com o valor 'Não há infiltrações'; e 'Vãos emparedados' com um campo vazio. À direita, o 'Fator' é calculado e exibido como '1,05'.

Figura 5.3 - Cálculo do fator parcial POI<sub>cc</sub>

### 5.2.2.2. Instalações de energia elétrica (POI<sub>IEE</sub>)

Segundo o Porto Vivo [29], na intervenção recentemente realizada, procurou-se reformar e substituir a infra-estrutura elétrica existente, assumindo portanto que esta respeita as exigências regulamentares. Deste modo, considera-se que os disjuntores estão em boas condições e adequadas às potências instaladas.

De acordo com a descrição anterior, o valor do fator parcial relativo às instalações de energia elétrica é igual a 1,00, Figura 5.4.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Cons

Caracterização da construção | Instalações de energia elétrica | Instalações de aquecimento | Instalações

Existência de instalações elétricas

Sim

Proteção dos quadros

Disjuntores

Degradação do circuito elétrico

Boas condições

Fator 1,00

Potência contratada

PI = PC

Figura 5.4 - Cálculo do fator parcial  $POI_{IEE}$

#### 5.2.2.3. Instalações de aquecimento ( $POI_{IA}$ )

Segundo as fotografias disponíveis no website de aluguer dos apartamentos [30], é dito que estes encontram-se dotados de aquecimento central, cumprindo assim a legislação regulamentar (artigo nº 85 da Portaria 1532/2008).

De acordo com a descrição anterior, o valor do fator parcial relativo às instalações de aquecimento é igual a 1,00, Figura 5.5.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Cons

Caracterização da construção | Instalações de energia elétrica | Instalações de aquecimento | Instalações

☐ Não se aplica

Tipo de instalação

Centrais térmicas

Suporte

Fator 1,00

Aparelhos autónomos

Conduta de exaustão

Cumprir legislação de referência

Cumprir LR

Figura 5.5 - Cálculo do fator parcial  $POI_{IA}$

#### 5.2.2.4. Instalações de confeção de alimentos ( $POI_{CONFA}$ )

Segundo as fotografias disponíveis no website de aluguer dos apartamentos [30], é dito que as cozinhas encontram-se totalmente equipadas. O quarteirão está dotado de infra-estruturas de gás, portanto é assumido que a confeção de alimentos é feita através de um fogão alimentado a gás, sendo a sua extração realizada num local ventilado. Desta forma, tanto a instalação como a extração cumprem a legislação regulamentar.

De acordo com a descrição anterior, o valor do fator parcial relativo às instalações de confeção de alimentos é igual a 1,00, Figura 5.6.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Cons

Caracterização da construção | Instalações de energia elétrica | Instalações de aquecimento | Instalações de ventilação e extração

☐ Não se aplica

Tipo de combustível

Outros combustíveis

Instalação

Cumprir legislação de referência

Cumprir LR

Fator 1,00

Ventilação + Extração

Cumprir legislação de referência

Cumprir LR

Figura 5.6 - Cálculo do fator parcial  $POI_{CONFA}$

#### 5.2.2.5. Instalações de conservação de alimentos ( $POI_{CONSA}$ )

Os apartamentos do edifício possuem frigoríficos para conservar alimentos, e não sendo um local de risco C, cumprem a legislação regulamentar (artigo nº 91 da Portaria 1532/2008).

De acordo com a descrição anterior, o valor do fator parcial relativo às instalações de conservação de alimentos é igual a 1,00, Figura 5.7.

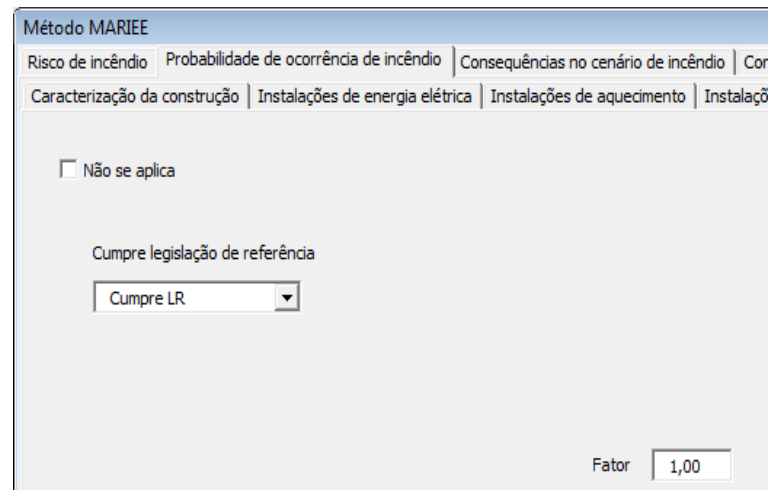


Figura 5.7 - Cálculo do fator parcial  $POI_{CONSA}$

#### 5.2.2.6. Instalações de ventilação e condicionamento de ar ( $POI_{VCA}$ )

Como mencionado em nos website de aluguer [30], os apartamentos estão dotados de ar condicionado no seu interior. É possível assumir que tanto a sua instalação como a sua utilização cumpre a legislação regulamentar, uma vez que o edifício foi reabilitado recentemente.

De acordo com a descrição anterior, o valor do fator parcial relativo às instalações de ventilação e condicionamento do ar é igual 1,00, Figura 5.8.

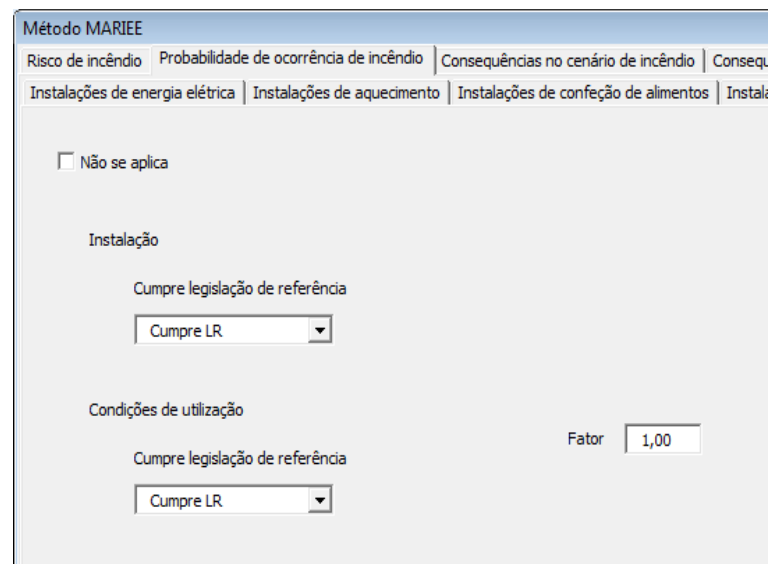


Figura 5.8 - Cálculo do fator parcial  $POI_{VCA}$

#### 5.2.2.7. Instalações de líquidos e gases combustíveis ( $POI_{ILGC}$ )

Conforme o que foi dito no parágrafo 4.2.2.4, as cozinhas estão totalmente equipadas e ventiladas, sendo a confeção de alimentos feita através de um fogão alimentado a gás, cumprindo a legislação regulamentar. O armazenamento do gás é feito no interior da fração, num local ventilado.



Deste modo, o valor do fator parcial relativo às instalações de líquidos e gases combustíveis é igual a 1,00, Figura 5.9.

A interface do Método Mariee apresenta uma barra de navegação com as seguintes opções: 'Risco de incêndio' (selecionada), 'Probabilidade de ocorrência de incêndio', 'Consequências no cenário de incêndio', 'Condições de utilização', 'Instalações de aquecimento', 'Instalações de confecção de alimentos', 'Instalações de conservação de alimentos' e 'Instalações de ventilação'. No painel principal, há uma opção 'Não se aplica' desativada. Abaixo, a seção 'Armazenamento e local' indica 'Cumprir legislação de referência' com um menu suspenso selecionando 'Cumprir LR'. A seção 'Condições de utilização' também indica 'Cumprir legislação de referência' com um menu suspenso selecionando 'Cumprir LR'. No canto inferior direito, o campo 'Fator' exibe o valor '1,00'.

Figura 5.9 - Cálculo do fator parcial  $POI_{LGC}$

#### 5.2.2.8. Edifícios fronteiros ( $POI_{EF}$ )

Segundo a legislação regulamentar (artigo nº7 da Portaria nº 1532/2008), os edifícios fronteiros devem distar pelo menos 8 metros do edifício em causa, no caso de este possuir uma cerca maior que 9 metros. Sendo este o caso, e sabendo se trata de um edifício de gaveto num largo de dimensão razoável, a distância entre fachadas cumpre a legislação regulamentar.

De acordo com a descrição anterior, o valor do fator parcial relativo aos edifícios fronteiros é igual a 1,00, Figura 5.10.

A interface do Método Mariee apresenta a mesma barra de navegação. No painel principal, a opção 'Não se aplica' permanece desativada. A seção 'Distância entre edifícios' mostra um menu suspenso selecionando 'Maior ou igual à exigida'. A seção 'Cumprir legislação de referência' também indica 'Cumprir legislação de referência' com um menu suspenso selecionando 'Cumprir LR'. No canto inferior direito, o campo 'Fator' exibe o valor '1,00'.

Figura 5.10 - Cálculo do fator parcial  $POI_{EF}$

#### 5.2.2.9. Edifícios adjacentes ( $POI_{EA}$ )

As paredes exteriores de empena devem garantir uma resistência ao fogo padrão de classe EI 60 para edifícios de altura inferior a 28 metros. Para o caso do edifício 1, as paredes existentes assumem a resistência ao fogo adequada, uma vez que são em alvenaria de pedra.

Assim, o valor do fator parcial relativo aos edifícios adjacentes é igual a 1,00, Figura 5.11.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Consec

Instalações de confeção de alimentos | Instalações de conservação de alimentos | Instalações de ventilação

☐ Não se aplica

Parede de empena comum

Cumprir legislação de referência

Cumprir LR

Fator 1,00

Figura 5.11 - Cálculo do fator parcial  $POI_{EF}$

#### 5.2.2.10. Procedimentos ou planos de prevenção ( $POI_{PPP}$ )

Para a UT I da 2ª categoria de risco, a legislação não exige a existência de procedimentos ou planos de prevenção.

Deste modo, o respetivo fator parcial assume o valor igual a 0, Figura 5.12.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Cor

Instalações de conservação de alimentos | Instalações de ventilação e condicionamento de ar | Instalações

☒ Não se aplica

Existência de planos de prevenção

Cumprir legislação de referência

Fator 0

Figura 5.12 - Cálculo do fator parcial  $POI_{PPP}$

#### 5.2.2.11. Atividade ( $POI_{ATIV}$ )

Uma vez que a fração em análise se destina a habitação (UT I), o respetivo fator parcial assume o valor de 1,00, Figura 5.13.

A interface do software 'Método MARIEE' apresenta uma aba 'Probabilidade de ocorrência de incêndio'. Abaixo, há uma seção 'Atividade' com um menu suspenso selecionado para 'Habitação'. No canto inferior direito, o 'Fator' é definido como '1,00'.

Figura 5.13 - Cálculo do fator parcial  $POI_{ATIV}$

#### 5.2.2.12. Fator Global Probabilidade de Ocorrência de Incêndio (POI)

Depois de analisados os respetivos fatores parciais, o fator global probabilidade de ocorrência de incêndio resulta da média aritmética entre estes e assume o valor de 1,020, Figura 5.14.

A interface mostra uma lista de fatores parciais e seus respectivos valores numéricos:

Fator	Valor
Fator caracterização da construção	1,20
Instalações de energia elétrica	1,00
Instalações de aquecimento	1,00
Instalações de confeção de alimentos	1,00
Instalações de conservação de alimentos	1,00
Instalações de ventilação e condicionamento	1,00
Instalações de líquidos e gases combustíveis	1,00
Edifícios Fronteiros	1,00
Edifícios Adjacentes	1,00
Organização e gestão da segurança	0
Probabilidade de ocorrência	1,00
<b>Total (Média Aritmética)</b>	<b>1.020</b>

Figura 5.14 - Cálculo do fator global POI

### 5.2.3. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DE INCÊNDIO (CTI)

#### 5.2.3.1. Consequências parciais de incêndio devido à potência calorífica libertada no cenário de incêndio ( $CPI_{CIP}$ )

A partir da informação disponibilizada pela Porto Vivo, [29], foi possível determinar a área da fração do piso em análise, correspondendo a 86 m<sup>2</sup>, pelo que será assumido o valor de 75 m<sup>2</sup> devido ao escalonamento existente do método MARIEE. Tratando-se de uma habitação, esta não se encontra dotada de sinalização ou iluminação de emergência, de sistema de deteção automática nem de sistema de extinção automática. A fração é ocupada por 3 pessoas, correspondendo ao primeiro escalão de efetivo do método MARIEE.

Assim, o fator parcial consequências parciais de incêndio devido à potência calorífica libertada no cenário de incêndio assume o valor de 1,1, Figura 5.15.

A imagem mostra a interface do software 'Método MARIEE' com a aba 'Consequências no cenário de incêndio' selecionada. O formulário contém os seguintes campos:

- Sinalização de emergência:** Menu suspenso com o valor 'Não' selecionado.
- Detetor de incêndio:** Menu suspenso com o valor 'Sem SADI' selecionado.
- Iluminação de emergência:** Menu suspenso vazio.
- Sistema de extinção automática:** Menu suspenso com o valor 'Não' selecionado.
- Simulacros:** Menu suspenso vazio.
- Área do CI:** Menu suspenso com o valor '75' selecionado.
- Fator:** Campo de texto com o valor '1.1'.
- Efetivo:** Menu suspenso com o valor '3' selecionado.

Figura 5.15 - Cálculo do fator parcial  $CPI_{CIP}$

#### 5.2.3.2. Consequências parciais de incêndio devido ao fumo produzido no cenário de incêndio ( $CPI_{CIF}$ )

Dado vez que não é exigido, a fração em análise não se encontra dotada de sistema de controlo de fumo. Deste modo, o fator consequências parciais de incêndio devido ao fumo produzido no cenário de incêndio assume o valor de 1,6, Figura 5.16.

The screenshot shows the 'Método MARIEE' window with the 'Consequências no cenário de incêndio' tab selected. Under the 'Materiais de revestimento' sub-tab, the 'Sistema de controlo de fumo' is set to 'Não'. At the bottom right, the 'Fator' is set to '1.6'.

Figura 5.16 - Cálculo do fator parcial  $CPI_{CIF}$

#### 5.2.3.3. Consequências parciais de incêndio devido aos materiais de revestimento no cenário de incêndio ( $CPI_{CIMR}$ )

A recente intervenção do edifício teve como um dos objetivos a reparação e correção dos revestimentos dos compartimentos interiores. Deste modo, considera-se que os materiais de revestimento da fração analisado cumprem os requisitos das classes admitidas no método MARIEE: D-s2 d2 para tetos e paredes e  $E_{FL-s2}$  para os pavimentos.

Assim, o fator consequências parciais de incêndio devido aos materiais de revestimento no cenário de incêndio assume o valor de 1,0, Figura 5.17.

The screenshot shows the 'Método MARIEE' window with the 'Consequências no cenário de incêndio' tab selected. Under the 'Materiais de revestimento' sub-tab, the 'Teto', 'Paredes', and 'Pavimento' dropdowns are all set to 'Respeita as classes admitidas'. The 'Fator' for each is '1,00'. The overall 'Fator' at the bottom right is '1'.

Figura 5.17 - Cálculo do fator parcial  $CPIC_{IMR}$

#### 5.2.3.4. Fator parcial consequências parciais de incêndio no cenário de incêndio ( $CPI_{CI}$ )

O valor do fator parcial consequências parciais de incêndio no cenário de incêndio é igual a 1,233, resultado da média aritmética dos três fatores apresentados anteriormente, Figura 5.18.

Consequências no cenário de incêndio

Potência	1.1	1.233
Fumo	1.6	
Materiais de revestimento	1	

Figura 5.18 - Cálculo do fator parcial  $CPI_{CI}$

#### 5.2.3.5. Fator parcial consequências parciais de incêndio nas vias horizontais de evacuação ( $CPI_{VHE}$ )

No edifício em questão, sendo de habitação, considera-se a não existência de vias horizontais de evacuação já que a saída da fração é feita diretamente para as vias verticais de evacuação.

Assim, o valor do fator parcial consequências parciais de incêndio nas vias horizontais de evacuação assume o valor igual a 0 (não se aplica), Figura 5.19.

Consequências nas VHE

Fumo	0	.000
Materiais de revestimento	0	

Figura 5.19 - Cálculo do fator parcial  $CPI_{VHE}$

#### 5.2.3.6. Consequências parciais de incêndio devido ao fumo presente nas vias verticais de evacuação ( $CPI_{VVEF}$ )

O edifício em análise está dotado de sinalização e iluminação de emergência, uma vez que foi reabilitado recentemente. Isto deve-se ao fato da segurança contra incêndio ser um fator importante nas intervenções no CHP. Por isto e segundo a informação recolhida na dissertação de Ana Costa [4], é assumido a existência de sistema de controlo de fumo na caixa de escadas do edifício. A análise é feita ao último piso, sendo este um edifício de quatro pisos.

Deste modo, o fator consequências parciais de incêndio devido ao fumo presente nas vias verticais de evacuação assume o valor de 2,0, Figura 5.20.

**Método MARIEE**

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Consequências no cenário de incêndio

Fumo | Materiais de revestimento

☐ Não se aplica

Sinalização de emergência: Sim

Nº pisos acima: 1

Iluminação de emergência: Sim

Nº pisos abaixo: 4

Sistema de controlo de fumo: Sim

Fator: 2

Figura 5.20 - Cálculo do fator parcial  $CPI_{VVEF}$

#### 5.2.3.7. Consequências parciais de incêndio devido aos materiais de revestimento das vias verticais de evacuação ( $CPI_{VVEMR}$ )

Tal como no parágrafo 4.2.3.3, também os materiais de revestimentos da caixa de escadas ou de elevador foram reabilitados, sendo assumido que respeitam a classificação mínima admitida no método MARIEE: B-s1 d0 para tetos e C<sub>FL</sub>-s2 para pavimentos. As paredes interiores da caixa de escadas, sendo em alvenaria de pedra, possuem uma reação ao fogo superior à classificação mínima, [31].

Assim, o fator consequências parciais de incêndio devido ao fumo presente nas vias verticais de evacuação assume o valor de 1,0, Figura 5.21.

**Método MARIEE**

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Consequências no cenário de incêndio

Fumo | Materiais de revestimento

Teto: Respeita as classes admitidas

Fator: 1,00

Paredes: Melhor do que as classes admitidas

Fator: 0,90

Pavimento: Respeita as classes admitidas

Fator: 1,00

Fator: 1

Figura 5.21 - Cálculo do fator parcial  $CPI_{VVEMR}$

#### 5.2.3.8 Fator parcial consequências parciais de incêndio nas vias verticais de evacuação ( $CPI_{VVE}$ )

O valor do fator parcial consequências parciais de incêndio nas vias verticais de evacuação é igual a 1,225, resultado da média ponderada entre o fator devido ao fumo presente nas vias verticais de evacuação (75%), devidamente corrigido, e o fator devido aos materiais de revestimentos das vias verticais de evacuação (25%), Figura 5.22.

A interface de cálculo do fator parcial  $CPI_{VVE}$  apresenta o título "Consequências nas VVE". Abaixo dele, há duas linhas de entrada: "Fumo" com o valor "2" e "Materiais de revestimento" com o valor "1". À direita, um campo de texto exibe o resultado final "1.225".

Consequências nas VVE	
Fumo	2
Materiais de revestimento	1
1.225	

Figura 5.22 - Cálculo do fator parcial  $CPI_{VVE}$

#### 5.2.3.9. Fator Global Consequências Totais de Incêndio (CTI)

O fator global consequências totais de incêndio resultada da média aritmética entre as consequências parciais no cenário do incêndio e nas vias de evacuação e assume o valor de 1,229, Figura 5.23

A interface de cálculo do fator global CTI apresenta o título "Consequências totais de incêndio". Abaixo dele, há uma única linha de entrada: "Consequências totais de incêndio" com o valor "1.229".

Consequências totais de incêndio	
Consequências totais de incêndio	1.229

Figura 5.23 - Cálculo do fator global CTI

#### 5.2.4. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL DESENVOLVIMENTOS E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIO (DPI)

##### 5.2.4.1. Resistência, estanquidade e isolamento REI do cenário de incêndio e das vias de evacuação ( $DPI_{REIC}$ )

Segundo a legislação regulamentar (artigo nº 15 da Portaria 1532/2008), a edifícios da 2ª categoria de risco é exigido uma resistência mínima ao fogo padrão de classe REI 60, tanto para o cenário de incêndio como para as vias de evacuação. Da informação recolhida, é possível concluir que na fração os requisitos não são cumpridos, uma vez que as lajes são em madeira, sendo a resistência ao fogo expectável de 30 minutos (REI 30). Quanto à caixa de escadas, sabe-se que as paredes da sua estrutura, em alvenaria de pedra, cumprem os requisitos, embora o pavimento seja em madeira logo não cumprindo igualmente a regulamentação.

Assim, o respetivo fator assume o valor de 1,60, Figura 5.24.



Figura 5.24 - Cálculo do fator parcial  $DPI_{REIC}$

#### 5.2.4.2. Estanquidade e isolamento EI das paredes e portas do cenário de incêndio ( $DPI_{EI}$ )

Dado que a fração em análise se destina a habitação, a legislação regulamentar (artigo nº 20 da Portaria 1532/2008) define que não há exigências para estes elementos.

Assim, o respetivo fator parcial assume o valor igual a 0 (não se aplica), Figura 5.25.

Figura 5.25 - Cálculo do fator parcial  $DPI_{EI}$

#### 5.2.4.3. Afastamento entre vãos exteriores ( $DPI_{AV}$ )

O afastamento entre os vãos sobrepostos no edifício em análise é superior a 1,10, sendo este o mínimo exigido pela legislação regulamentar (artigo nº 7 da Portaria 1542/2008).

Deste modo, o respetivo fator parcial assume o valor igual a 1,00, Figura 5.26.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Consequências no cenário de incêndio

Proteção resistência, estanquidade e isolamento (REI) do CI e VVE | Proteção estanquidade e isolamento (EI) das paredes e portas do CI

☒ Não se aplica

Afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada

Cumprir legislação de referência

Cumprir LR

Fator 1,00

Figura 5.26 - Cálculo do fator parcial  $DPI_{AV}$

#### 5.2.4.4. Proteção das paredes exteriores ( $DPI_{PE}$ )

As paredes exteriores do edifício são tradicionais, em alvenaria de pedra, por isso cumprem a classificação mínima exigida de reação ao fogo.

De acordo com a descrição anterior, o valor do fator parcial de proteção das paredes exteriores é igual a 1,00, Figura 5.27.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Consequências no cenário de incêndio

Proteção resistência, estanquidade e isolamento (REI) do CI e VVE | Proteção estanquidade e isolamento (EI) das paredes e portas do CI

Constituição da parede exterior

Paredes tradicionais

Reação ao fogo

Cumprir legislação de referência

Cumprir LR

Largura das faixas

Respeita faixas

Fator 1,00

Figura 5.27 - Cálculo do fator parcial  $DPI_{PE}$

#### 5.2.4.5. Organização e gestão da segurança ( $DPI_{OGS}$ )

Para a UT I da 2ª categoria de risco, a legislação regulamentar (artigos nº 200, 202, 203 e 206 da Portaria 1532/2008) não exige a existência de equipas de segurança, procedimentos, planos de prevenção e formação em SCIE.

Deste modo, o respetivo fator parcial assume o valor igual a 0 (não se aplica), Figura 5.28.

Figura 5.28 - Cálculo do fator parcial  $DPI_{OGS}$

#### 5.2.4.6. Fator Global Desenvolvimento e Propagação de Incêndio (DPI)

Depois de analisados e calculados os respetivos fatores parciais, o fator global desenvolvimento e propagação de incêndio resultada da média aritmética entre estes e assume o valor de 1,20, Figura 5.29.

Desenvolvimento e propagação do incêndio	
Proteção resistência, estanquidade e isolamento (REI) do CI e VVE	1,60
Proteção estanquidade e isolamento (EI) das paredes e portas do CI	0
Afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada	1,00
Proteção das paredes exteriores	1,00
Organização e gestão da segurança	0
<b>1.200</b>	

Figura 5.29 - Cálculo do fator global DPI

#### 5.2.5. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL EFICÁCIA E SOCORRO NO COMBATE AO INCÊNDIO (ESCI)

##### 5.2.5.1. Grau de prontidão dos bombeiros ( $ESCI_{GP}$ )

O Batalhão de Bombeiros Sapadores do Porto (BSB) possui um posto avançado por trás da Estação de São Bento, para garantir uma rápida primeira intervenção em caso de ocorrência de incêndios nos edifícios do CHP. O posto situa-se a menos de 10 minutos do edifício em causa. Além disso, não é exigido pela legislação regulamentar a existência de sistemas de deteção ou alarme de incêndio em edifícios habitacionais.

Assim, o respetivo fator parcial assume o valor de 1,00, Figura 5.30.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Conseq

Grau de prontidão dos bombeiros | **Vias de acesso ao edifício** | Hidrantes exteriores | Extintores | Rede de i

Detecção e alerta

Tempo de chegada dos bombeiros

Fator

Figura 5.30 - Cálculo do fator parcial  $ESCI_{GP}$

#### 5.2.5.2. Vias de acesso ao edifício ( $ESCI_{AE}$ )

O edifício situado no largo de S. Domingos apresenta uma largura mais do que razoável para permitir o eficaz combate ao incêndio pelas viaturas de socorro. O edifício tem quatro pisos mais um recuado, o que dificulta de certo modo o combate ao incêndio.

Deste modo, o respetivo fator associado assume o valor igual a 1,05, Figura 5.31.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Co

Grau de prontidão dos bombeiros | **Vias de acesso ao edifício** | Hidrantes exteriores | Extintores | Rede

Altura do edifício

Constrangimento de posicionamento do veículo

Acesso às viaturas dos bombeiros

Fator

Figura 5.31 - Cálculo do fator parcial  $ESCI_{AE}$

#### 5.2.5.3. Hidrantes exteriores ( $ESCI_{HE}$ )

Existe um hidrante operacional, a menos de 25 m do edifício em estudo. Da informação recolhida, [20], considera-se que existe fiabilidade da rede de alimentação deste hidrante.

Assim, o respetivo fator parcial assume o valor de 1,00, Figura 5.32.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Conseq

Grau de prontidão dos bombeiros | Vias de acesso ao edifício | Hidrantes exteriores | Extintores | Rede de ir

Existência de hidrantes exteriores

Existe

Distância entre o hidrante exterior e o edifício

< 30 m

Fiabilidade

Com fiabilidade

Fator 1,00

Figura 5.32 - Cálculo do fator parcial  $ESCI_{HE}$

#### 5.2.5.4. Extintores ( $ESCI_{EXT}$ )

De acordo com a legislação regulamentar (artigo nº 163 da Portaria 1532/2008), não é obrigatória a existência de extintores para a UT I da 2ª categoria de risco. Assim, e de modo conservativo, não é considerada a existência de extintores no edifício em estudo.

De acordo com a descrição anterior, o fator parcial assume o valor igual 0 (não se aplica), Figura 5.33.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Conseq

Grau de prontidão dos bombeiros | Vias de acesso ao edifício | Hidrantes exteriores | Extintores | Rede de ir

☒ Não se aplica

Cumprir legislação de referência

OGS

Fator 0

Figura 5.33 - Cálculo do fator parcial  $ESCI_{EXT}$

#### 5.2.5.5. Redes de incêndio armadas ( $ESCI_{RIA}$ )

De acordo com a legislação regulamentar (artigo nº 164 da Portaria 1532/2008), não é obrigatória a existência de redes de incêndio armadas para a UT I da 2ª categoria de risco.

Deste modo, este fator parcial assume o valor igual a 0 (não se aplica), Figura 5.34.

**Método MARIEE**

☒ Não se aplica

Cumpr. legislação de referência

OGS

Fator

Figura 5.34 - Cálculo do fator parcial  $ESCI_{RIA}$

#### 5.2.5.6. Corpo privado de bombeiros (ESCI<sub>CPB</sub>)

De acordo com a legislação regulamentar (artigo nº 200 da Portaria 1532/2008), não é obrigatória a existência de corpo privado de bombeiros para a UT I da 2ª categoria de risco.

Deste modo, este fator parcial assume o valor igual a 0 (não se aplica), Figura 5.35.

Método MARJEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Consequências da extinção do incêndio

Grau de prontidão dos bombeiros | Vias de acesso ao edifício | Hidrantes exteriores | Extintores | Rede de abastecimento

☒ Não se aplica

Existência de CPB

Fator

Figura 5.35 - Cálculo do fator parcial  $ESCI_{CPB}$

#### 5.2.5.7. Fator Global Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio (ESCI)

Depois de analisados e calculados os respectivos fatores parciais, o fator global eficácia e socorro no combate ao incêndio resulta da média aritmética entre estes e assume o valor de 1,017, Figura 5.36.

Combate ao incêndio	
Grau de prontidão dos bombeiros	1,00
Vias de acesso ao edifício	1,05
Hidrantes exteriores	1,00
Extintores	0
Rede de incêndio armada	0
Corpo privado dos bombeiros	0
<b>1.017</b>	

Figura 5.36 - Cálculo do fator global ESCI

### 5.2.6. RISCO DE INCÊNDIO (RI)

Após a determinação dos vários fatores globais é possível calcular o risco de incêndio do edifício em análise. Este assume o valor de 1,171, Figura 5.37.

Risco de incêndio	Probabilidade de ocorrência de incêndio	Consequências no cenário de incêndio	Consequências nas VHE	Consequências nas VVE	Desenvolvimento e propagação do incêndio	Combate ao incêndio																																
<div> <div> <b>Probabilidade de ocorrência de incêndio</b> <table> <tr><td>Fator caracterização da construção</td><td>1,05</td></tr> <tr><td>Instalações de energia elétrica</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Instalações de aquecimento</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Instalações de confeção de alimentos</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Instalações de conservação de alimentos</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Instalações de ventilação e condicionamento</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Instalações de líquidos e gases combustíveis</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Edifícios Fronteiros</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Edifícios Adjacentes</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Organização e gestão da segurança</td><td>0</td></tr> <tr><td>Probabilidade de ocorrência</td><td>1,00</td></tr> </table> <b>1.005</b> </div> <div> <b>Desenvolvimento e propagação do incêndio</b> <table> <tr><td>Proteção resistência, estanquidade e isolamento (REI) do CI e VVE</td><td>1,60</td></tr> <tr><td>Proteção estanquidade e isolamento (EI) das paredes e portas do CI</td><td>0</td></tr> <tr><td>Afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Proteção das paredes exteriores</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Organização e gestão da segurança</td><td>0</td></tr> </table> <b>1.200</b> </div> </div>							Fator caracterização da construção	1,05	Instalações de energia elétrica	1,00	Instalações de aquecimento	1,00	Instalações de confeção de alimentos	1,00	Instalações de conservação de alimentos	1,00	Instalações de ventilação e condicionamento	1,00	Instalações de líquidos e gases combustíveis	1,00	Edifícios Fronteiros	1,00	Edifícios Adjacentes	1,00	Organização e gestão da segurança	0	Probabilidade de ocorrência	1,00	Proteção resistência, estanquidade e isolamento (REI) do CI e VVE	1,60	Proteção estanquidade e isolamento (EI) das paredes e portas do CI	0	Afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada	1,00	Proteção das paredes exteriores	1,00	Organização e gestão da segurança	0
Fator caracterização da construção	1,05																																					
Instalações de energia elétrica	1,00																																					
Instalações de aquecimento	1,00																																					
Instalações de confeção de alimentos	1,00																																					
Instalações de conservação de alimentos	1,00																																					
Instalações de ventilação e condicionamento	1,00																																					
Instalações de líquidos e gases combustíveis	1,00																																					
Edifícios Fronteiros	1,00																																					
Edifícios Adjacentes	1,00																																					
Organização e gestão da segurança	0																																					
Probabilidade de ocorrência	1,00																																					
Proteção resistência, estanquidade e isolamento (REI) do CI e VVE	1,60																																					
Proteção estanquidade e isolamento (EI) das paredes e portas do CI	0																																					
Afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada	1,00																																					
Proteção das paredes exteriores	1,00																																					
Organização e gestão da segurança	0																																					
<div> <div> <b>Consequências no cenário de incêndio</b> <table> <tr><td>Potência</td><td>1.1</td></tr> <tr><td>Fumo</td><td>1.6</td></tr> <tr><td>Materiais de revestimento</td><td>1</td></tr> </table> <b>1.233</b> </div> <div> <b>Combate ao incêndio</b> <table> <tr><td>Grau de prontidão dos bombeiros</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Vias de acesso ao edifício</td><td>1,05</td></tr> <tr><td>Hidrantes exteriores</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>Extintores</td><td>0</td></tr> <tr><td>Rede de incêndio armada</td><td>0</td></tr> <tr><td>Corpo privado dos bombeiros</td><td>0</td></tr> </table> <b>1.017</b> </div> </div>							Potência	1.1	Fumo	1.6	Materiais de revestimento	1	Grau de prontidão dos bombeiros	1,00	Vias de acesso ao edifício	1,05	Hidrantes exteriores	1,00	Extintores	0	Rede de incêndio armada	0	Corpo privado dos bombeiros	0														
Potência	1.1																																					
Fumo	1.6																																					
Materiais de revestimento	1																																					
Grau de prontidão dos bombeiros	1,00																																					
Vias de acesso ao edifício	1,05																																					
Hidrantes exteriores	1,00																																					
Extintores	0																																					
Rede de incêndio armada	0																																					
Corpo privado dos bombeiros	0																																					
<div> <div> <b>Consequências nas VHE</b> <table> <tr><td>Fumo</td><td>0</td></tr> <tr><td>Materiais de revestimento</td><td>0</td></tr> </table> <b>.000</b> </div> <div> <b>Fator de eficácia de socorro e combate ao incêndio</b> <table> <tr><td>Fator de eficácia de socorro e combate ao incêndio</td><td></td></tr> </table> <b>.948</b> </div> </div>							Fumo	0	Materiais de revestimento	0	Fator de eficácia de socorro e combate ao incêndio																											
Fumo	0																																					
Materiais de revestimento	0																																					
Fator de eficácia de socorro e combate ao incêndio																																						
<div> <div> <b>Consequências nas VVE</b> <table> <tr><td>Fumo</td><td>2</td></tr> <tr><td>Materiais de revestimento</td><td>1</td></tr> </table> <b>1.225</b> </div> <div> <b>Risco de incêndio</b> <div style="text-align: center; font-size: 2em; color: red;"><b>1.171</b></div> </div> </div>							Fumo	2	Materiais de revestimento	1																												
Fumo	2																																					
Materiais de revestimento	1																																					
<div> <div> <b>Consequências totais de incêndio</b> <table> <tr><td>Consequências totais de incêndio</td><td></td></tr> </table> <b>1.229</b> </div> <div> <div>Calcular</div> <div>Limpar</div> </div> </div>							Consequências totais de incêndio																															
Consequências totais de incêndio																																						

Figura 5.37 - Risco de incêndio do Edifício 1

Segundo André Correia [2], pelo facto do edifício se destinar à UT I, o valor do risco de incêndio deve ser afetado por um coeficiente global igual a  $\frac{1}{1,11}$ . Tal deve-se ao facto da legislação em vigor não exigir a existência de sinalização de emergência no cenário de incêndio, resultando na impossibilidade de obter um valor inferior ou igual 1,0 para o fator global CTI. Ora, se o valor do fator global CTI for superior a 1,0, existe a possibilidade de o valor do risco de incêndio ser superior 1,0, na medida em que o seu processo de determinação assenta no produto de todos os fatores globais.

Assim, o valor do risco de incêndio “corrigido” resulta assim do produto deste coeficiente pelo valor do risco de incêndio calculado até então. Deste modo, o valor do risco de incêndio do edifício 1 assume o valor de **1,055**.

### **5.3. ANÁLISE DO EDIFÍCIO 2 – HABITACIONAL EM MAU ESTADO DE CONSERVAÇÃO**

#### **5.3.1. DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO**

O edifício em questão situa-se no quarteirão do Corpo da Guarda (nº 14024 no documentos da Porto Vivo [32]), na rua do Souto, com entrada pelo nº 42 e 44, e trata-se da parcela nº 3 de um total de 27. No que concerne ao estado de conservação das parcelas do quarteirão, 15 foram reabilitadas recentemente, 3 encontram-se em bom estado, 5 em mau estado, 1 em estado razoável e 3 estão devolutos ou em ruínas.

Segundo o Documento Estratégico para a Unidade de Intervenção do Quarteirão do Corpo da Guarda, [32], publicado em 2007, a Porto Vivo classifica a parcela em mau estado de conservação, (Figura 5.38a), necessitando de um tipo de intervenção profunda, verificando-se uma necessidade de reconstrução significativa do edifício, atuando-se ao nível dos sistemas construtivos e da organização tipológica.



Figura 5.38 - Estado de conservação [32] e aspeto geral do edifício 2.

O edifício possui 4 pisos mais um quinto piso recuado e uma cave resultado da diferença de cota entre as duas frentes do edifício, Rua do Souto e Travessa do Souto. O R/C é ocupado por um pequeno comércio e as frações dos pisos acima são destinadas a habitações. Assim, a análise de risco de incêndio do edifício é feita com base nas características da fração do quarto piso, visto ser uma das frações mais críticas devido à dificuldade de evacuação por parte dos moradores.

Segundo a Porto Vivo, as problemas e aspetos a reabilitar numa futura reabilitação encontram-se ilustradas na Figura 5.39. Isto permitiu perceber as condições existentes de utilização das frações de habitação e, deste modo, determinar de uma maneira mais razoável o risco de incêndio do edifício.



**Parcelas 1, 2 e 3**

Intervenção de **Nível Profundo**, segundo a classificação explanada no **Anexo I - Níveis de Intervenção**, com especial incidência nas seguintes orientações:

- **Eliminação das caixas de escadas existentes nas parcelas 1, 2 e 3;**
- **Construção de novos acessos verticais e circulações horizontais comuns;**
- **Reconstrução parcial/integral do interior dos edifícios existentes;**
- **Recompartimentação interior das parcelas, segundo tipologias preferencialmente habitacionais, dotadas, em todos os pisos, das infra-estruturas adequadas (nomeadamente cozinhas e instalações sanitárias);**
- **Conservação da configuração das fachadas originais e requalificação das mesmas, que inclui o tratamento e pintura de rebocos das fachadas, a limpeza das cantarias de todas as parcelas e a reparação / reposição dos revestimentos em chapa zincada ou afim;**
- **Manutenção da volumetria dos edifícios, bem como da configuração e alinhamentos das suas coberturas;**
- **Manutenção da configuração original das empenas;**
- **Reparação dos beirais em mau estado e substituição de telhas degradadas nas coberturas, utilizando telha cerâmica da mesma natureza das que se encontram empregues;**
- **Reforma do sistema de drenagem de águas pluviais das coberturas, com alteração do esquema de rede, de modo funcionalmente correcto e esteticamente integrado, nos casos em que a drenagem de águas é insatisfatória;**
- **Reposição das clarabóias das parcelas 2 e 3;**
- **Eliminação e correcção das infiltrações e patologias existentes no interior dos edifícios;**
- **Eliminação e correcções das infiltrações no contacto com a escharpa granítica;**
- **Reparação dos estuques, rebocos e pinturas em mau estado, patentes em tectos e paredes;**
- **Reparação e/ou substituição dos pavimentos em mau estado;**
- **Recuperação e/ou reposição das caixilharias existentes degradadas, preferencialmente em madeira, segundo o desenho e cores tradicionais.**

Correcção das dissonâncias existentes, nomeadamente ao nível de:

- **Remoção dos caixilhos do r/chão da parcela 1, ao nível da Rua do Souto, e sua substituição por caixilharia adequada segundo o desenho, materiais e cores tradicionais;**
- **Remoção dos caixilhos de alumínio das parcelas 2 e 3 e sua substituição por caixilharia adequada, preferencialmente em madeira, segundo o desenho e cor originais;**
- **Remoção de protecções de vãos em chapa ondulada ao nível do 1º andar da Travessa do Souto (parcela 3);**
- **Remoção de estores exteriores em PVC, dotando os vãos de protecção solar adequada pelo interior do edifício de modo esteticamente integrado;**
- **Remoção dos tubos exteriores de extracção em PVC da parcela 2, ao nível da fachada da Travessa do Souto;**
- **Remoção de estendais;**
- **Relocalização de antenas na fachada da parcela 3 virada à Rua do Souto.**

Documento Estratégico para a Unidade de Intervenção Mouzinho da Silveira/ Corpo da Guarda 32/59

Figura 5.39 - Medidas a tomar numa futura intervenção na parcela 3, [32].

A seguir faz-se a apresentação do cálculo de todos os fatores globais do método MARIEE para obter o risco de incêndio do edifício em análise.

### 5.3.2. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO (POI)

#### 5.3.2.1. Caracterização da Construção (POIcc)

Segundo a informação recolhida, a estrutura horizontal é constituída por soalho assente em vigamento de madeira, encontrando-se com infiltrações e patologias nos seus elementos.

De acordo com a descrição anterior, o valor do fator parcial relativo à caracterização da construção é igual a 1,20, Figura 5.40.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Consequência

Caracterização da construção | Instalações de energia elétrica | Instalações de aquecimento | Instalações de conf

Ocupação  
Ocupada

Instalações elétricas

Combustibilidade da laje  
Suporte combustível

Fator 1,20

Estado de conservação  
Há infiltrações

Vãos emparedados

Figura 5.40 - Cálculo do fator parcial  $POI_{cc}$

#### 5.3.2.2. Instalações de energia elétrica ( $POI_{IEE}$ )

Segundo o Porto Vivo [32], as infra-estruturas existentes encontram-se em mau estado, e a necessitar de substituição. Deste modo considera-se que estas são obsoletas e que se encontram em mau estado, uma vez que existem infiltrações no interior do edifício.

De acordo com a descrição anterior, o valor do fator parcial relativo às instalações de energia elétrica é igual a 1,40, Figura 5.41.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Consequê

Caracterização da construção | Instalações de energia elétrica | Instalações de aquecimento | Instalações de c

Existência de instalações elétricas  
Sim

Proteção dos quadros  
Fusíveis

Degradação do circuito elétrico  
Más condições

Fator 1,40

Potência contratada  
PI = PC

Figura 5.41 - Cálculo do fator parcial  $POI_{IEE}$

### 5.3.2.3. Instalações de aquecimento ( $POI_{IA}$ )

Segundo a informação recolhida pela Porto Vivo, e devido às péssimas condições de salubridade do edifício, considera-se que na fração em análise o aquecimento é feito através de um aquecedor catalítico. A fração não estando convenientemente ventilada não garante a extração adequada dos gases produzidos por este sistema, não cumprindo assim a legislação regulamentar.

De acordo com a descrição anterior, o valor do fator parcial relativo às instalações de aquecimento assume o valor de 1,35, Figura 5.42.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Condições de exposição

Caracterização da construção | Instalações de energia elétrica | Instalações de aquecimento | Instalações de ventilação e extração

☐ Não se aplica

Tipo de instalação  
Aparelhos autónomos

Suporte  
(vazio)

Aparelhos autónomos  
Catalíticos

Conduta de exaustão  
(vazio)

Cumpre legislação de referência  
Não cumpre LR

Fator 1,35

Figura 5.42 - Cálculo do fator parcial  $POI_{IA}$

### 5.3.2.4. Instalações de confeção de alimentos ( $POI_{CONFA}$ )

Segundo o documento da Porto Vivo [32], considera-se que as cozinhas, em mau estado de utilização, não cumprem os requisitos, uma vez que nem a instalação de confeção de alimentos nem a extração de gases cumprem a legislação regulamentar.

De acordo com a descrição anterior, o valor do fator parcial relativo às instalações de confeção de alimentos é igual a 1,30, Figura 5.43.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Condições de exposição

Caracterização da construção | Instalações de energia elétrica | Instalações de aquecimento | Instalações de ventilação e extração

☐ Não se aplica

Tipo de combustível  
Outros combustíveis

Instalação  
Cumpre legislação de referência  
Não cumpre LR

Ventilação + Extração  
Cumpre legislação de referência  
Não cumpre LR

Fator 1,30

Figura 5.43 - Cálculo do fator parcial  $POI_{CONFA}$

#### 5.3.2.5. Instalações de conservação de alimentos ( $POI_{CONSA}$ )

Dispensa-se a apresentação do cálculo e da respetiva figura visto ser análogo ao efetuado para o Edifício 1, no parágrafo 4.2.2.5, sendo o valor igual 1,00.

#### 5.3.2.6. Instalações de ventilação e condicionamento de ar ( $POI_{VCA}$ )

Na fração em análise, não existem quaisquer tipos de instalações de condicionamento de ar, pelo que o respetivo fator assume o valor igual a 0 (não se aplica), Figura 5.44.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Consequências no cenário de incêndio

Instalações de energia elétrica | Instalações de aquecimento | Instalações de confecção de alimentos | Instalações de ventilação e condicionamento de ar

☒ Não se aplica

Instalação

Cumprir legislação de referência

Condições de utilização

Cumprir legislação de referência

Fator

Figura 5.44 - Cálculo do fator parcial  $POI_{VCA}$

#### 5.3.2.7. Instalações de líquidos e gases combustíveis ( $POI_{ILGC}$ )

Conforme o que foi dito no parágrafo 4.3.2.4., as instalações de confecção de alimentado encontram-se em más condições de utilização. Para além disso, considera-se que o armazenamento do combustível (botija de gás) é feito num local não ventilado e junto de produtos inflamáveis.

Deste modo, o valor do fator parcial relativo às instalações de líquidos e gases combustíveis é igual a 1,40, Figura 5.45.

Figura 5.45 - Cálculo do fator  $POI_{ILGC}$

#### 5.3.2.8. Edifícios fronteiros ( $POI_{EF}$ )

Segundo a legislação regulamentar (artigo nº7 da Portaria nº 1532/2008), os edifícios fronteiros devem distar pelo menos 8 metros do edifício em causa, no caso de este possuir uma cerca maior que 9 metros. Para o edifício 2, os edifícios fronteiros distam aproximadamente 3 metros deste.

Nos casos em que não são garantidas as distâncias mínimas exigidas, as fachadas devem assegurar a classe de resistência ao fogo padrão EI 60 ou REI 60 e os respetivos vãos devem ser guarnecidos por elementos fixos E 30. Ainda nos edifícios com mais de um piso de elevação, como é o caso, a classe de reação ao fogo dos revestimentos exteriores, aplicados diretamente sobre as fachadas com aberturas, deve ser no mínimo C-s2 d0 e para as caixilharias e estores D-s3 d0.

De acordo com a informação recolhida, considera-se que os elementos de construção não cumprem a legislação regulamentar, nomeadamente ao nível das caixilharias e estores, estando estas em estado de degradação avançado.

Assim, o valor do fator parcial edifícios fronteiros é igual a 1,40, Figura 5.46.

Figura 5.46 - Cálculo do fator parcial  $POI_{EF}$

#### 5.3.2.9. Edifícios adjacentes ( $POI_{EA}$ )

As paredes existentes garantem a resistência ao fogo adequada às prescrições regulamentares, uma vez que são em alvenaria de pedra. Contudo, devido ao estado de conservação da cobertura e à existência de telhas degradadas, considera-se que esta não possui resistência ao fogo exigida. Além disso, como as paredes de empena não criam guarda fogos com altura mínima de 60 cm (de acordo com o artigo nº 10 da Portaria 1532/2008), considera-se que a empena não cumpre a regulamentação.

Assim, o valor do fator parcial relativo aos edifícios adjacentes é igual a 1,10, Figura 5.47.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Cons

Instalações de confeção de alimentos | Instalações de conservação de alimentos | Instalações de ventilaç

☐ Não se aplica

Parede de empena comum

Cumprir legislação de referência

Fator

Figura 5.47 - Cálculo do fator parcial  $POI_{EA}$

#### 5.3.2.10. Procedimentos ou planos de prevenção ( $POI_{PPP}$ )

Dispensa-se a apresentação do cálculo e da respetiva figura visto ser análogo ao efetuado para o Edifício 1, no parágrafo 4.2.2.10, sendo o valor igual 0 (não se aplica).

#### 5.3.2.11. Atividade ( $POI_{ATIV}$ )

Dispensa-se a apresentação do cálculo e da respetiva figura visto ser análogo ao efetuado para o Edifício 1, no parágrafo 4.2.2.11, sendo o valor igual 1,00.

#### 5.3.2.12. Fator Global Probabilidade de Ocorrência de Incêndio ( $POI$ )

Depois de analisados e calculados os respetivos fatores parciais, o fator global probabilidade de ocorrência de incêndio resulta da média aritmética entre estes e assume o valor de 1,239, Figura 5.48.

Probabilidade de ocorrência de incêndio		
Fator caracterização da construção	1,20	
Instalações de energia elétrica	1,40	
Instalações de aquecimento	1,35	
Instalações de confeção de alimentos	1,30	
Instalações de conservação de alimentos	1,00	
Instalações de ventilação e condicionamento	0	1.239
Instalações de líquidos e gases combustíveis	1,40	
Edifícios Fronteiros	1,40	
Edifícios Adjacentes	1,10	
Organização e gestão da segurança	0	
Probabilidade de ocorrência	1,00	

Figura 5.48 - Cálculo do fator global POI

### 5.3.3. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL CONSEQUÊNCIAS TOTAIS DE INCÊNDIO (CTI)

#### 5.3.3.1. Consequências parciais de incêndio devido à potência calorífica libertada no cenário de incêndio (CPI<sub>CIP</sub>)

De acordo com o Documento Estratégico para a Unidade de Intervenção do Quarteirão do Corpo da Guarda, [32], e para efeitos de aplicação do método MARIEE, foi assumida uma área de 36 m<sup>2</sup> para a fração em análise. Esta, sendo habitacional, não se encontra dotada de sinalização ou iluminação de emergência, de sistema de deteção automática nem de sistema de extinção automática. A fração é ocupada por 3 pessoas, correspondendo ao primeiro escalão de efetivo do método MARIEE.

Assim, o fator parcial consequências parciais de incêndio devido à potência calorífica libertada no cenário de incêndio assume o valor de 1,2, Figura 5.49.

Método MARIEE		
Risco de incêndio	Probabilidade de ocorrência de incêndio	Consequências no cenário de incêndio
Potência	Fumo	Consequências
Sinalização de emergência	Detetor de incêndio	
Não	Sem SADI	
Iluminação de emergência	Sistema de extinção automática	
	Não	
Simulacros	Área do CI	Fator
	36	1.2
	Efetivo	
	3	

Figura 5.49 - Cálculo do fator parcial CPI<sub>CIP</sub>

#### 5.3.3.2. Consequências parciais de incêndio devido ao fumo produzido no cenário de incêndio ( $CPI_{CIF}$ )

Dispensa-se a apresentação do cálculo e da respetiva figura visto ser análogo ao efetuado para o Edifício 1, no parágrafo 4.2.3.2, sendo o valor igual 1,60.

#### 5.3.3.3. Consequências parciais de incêndio devido aos materiais de revestimento no cenário de incêndio ( $CPI_{CIMR}$ )

De acordo com a informação recolhida, os materiais de revestimento da fração analisada não cumprem o requisitos das classes admitidas no método MARIEE, situando-se 2 classes abaixo destas, uma vez que tanto os tetos e as paredes como os pavimentos são constituídos por elementos de madeira em estado avançado de degradação, [31].

Assim, o fator consequências parciais de incêndio devido aos materiais de revestimento no cenário de incêndio assume o valor de 1,15, Figura 5.50.

Método MARIEE	
Consequências no cenário de incêndio	
Materiais de revestimento	
Teto	Fator: 1,15
Paredes	Fator: 1,1
Pavimento	Fator: 1,05
Fator: 1.15	

Figura 5.50 - Cálculo do fator parcial  $CPI_{CIMR}$

#### 5.3.3.4. Fator parcial consequências parciais de incêndio no cenário de incêndio ( $CPI_{CI}$ )

O valor do fator parcial consequências parciais de incêndio no cenário de incêndio é igual a 1,317, resultado da média aritmética dos três fatores apresentados anteriormente, Figura 5.51.

Consequências no cenário de incêndio	
Potência	1.2
Fumo	1.6
Materiais de revestimento	1.15
1.317	

Figura 5.51 - Cálculo do fator parcial  $CPI_{CI}$



#### 5.3.3.5. Fator parcial consequências parciais de incêndio nas vias horizontais de evacuação ( $CPI_{VHE}$ )

Dispensa-se a apresentação do cálculo e da respetiva figura visto ser análogo ao efetuado para o Edifício 1, no parágrafo 4.2.3.5, sendo o valor igual 0 (não se aplica).

#### 5.3.3.6. Consequências parciais de incêndio devido ao fumo presente nas vias verticais de evacuação ( $CPI_{VVEF}$ )

No edifício em análise, as vias verticais de evacuação não se encontram dotadas de sinalização ou iluminação de emergência nem de sistema de controlo de fumos, devido ao facto do edifício ser muito antigo e não ter sido mantido corretamente. Trata-se de um edifício de quatro pisos, sendo que a fração em análise se situa no quarto piso.

Deste modo, o fator consequências parciais de incêndio devido ao fumo presente nas vias verticais de evacuação assume o valor de 2,0, Figura 5.52.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Consequências

Fumo | Materiais de revestimento

☐ Não se aplica

Sinalização de emergência: Não

Nº pisos acima: 1

Iluminação de emergência: Não

Nº pisos abaixo: 4

Sistema de controlo de fumo: Não

Fator: 2

Figura 5.52 - Cálculo do fator parcial  $CPI_{VVEF}$

#### 5.3.3.7. Consequências parciais de incêndio devido aos materiais de revestimento das vias verticais de evacuação ( $CPI_{VVEMR}$ )

Tal como no parágrafo 4.3.3.3, segundo a informação recolhida, tanto o teto como as paredes e os pavimentos não cumprem a classificação mínima admitida no método MARIEE, sendo o seu material constituinte a madeira, cuja classe de reação ao fogo difere em 2 classes dos requisitos.

Assim, o fator consequências parciais de incêndio devido ao fumo presente nas vias verticais de evacuação assume o valor de 1,15, Figura 5.53.

Figura 5.53 - Cálculo do fator parcial  $CPI_{VEMR}$

#### 5.3.3.8 Fator parcial consequências parciais de incêndio nas vias verticais de evacuação ( $CPI_{VVE}$ )

O valor do fator parcial consequências parciais de incêndio nas vias verticais de evacuação é igual a 1,263, resultado da média ponderada entre o fator devido ao fumo presente nas vias verticais de evacuação (75%), devidamente corrigido, e o fator devido aos materiais de revestimentos das vias verticais de evacuação (25%), Figura 5.54.

Figura 5.54 - Cálculo do fator parcial  $CPI_{VVE}$

#### 5.3.3.9. Fator Global Consequências Totais de Incêndio (CTI)

O fator global consequências totais de incêndio resultada da média aritmética entre as consequências parciais no cenário do incêndio e nas vias de evacuação e assume o valor de 1,290, Figura 5.55.

Figura 5.55 - Cálculo do fator global  $CPI$

### 5.3.4. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL DESENVOLVIMENTOS E PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIO (DPI)

#### 5.3.4.1. Resistência, estanquidade e isolamento REI do cenário de incêndio e das vias de evacuação ( $DPI_{REIC}$ )

Tal como em 4.2.4.1, o edifício possui lajes de madeira (soalho), assente em vigamentos de madeira, tanto para o cenário de incêndio como para as vias de evacuação. Para além disso, as infiltrações e

patologias existentes vêm a reduzir de maneira significativa a resistência ao fogo padrão destes elementos construtivos. Deste modo, tanto para o cenário de incêndio como para as vias de evacuação, considera-se que as lajes não possuem qualquer resistência ao fogo padrão, não cumprindo assim a legislação regulamentar.

De acordo com a descrição anterior, o fator parcial resistência estanquidade e isolamento REI do cenário de incêndio e das vias de evacuação assume o valor 1,80, Figura 5.56.

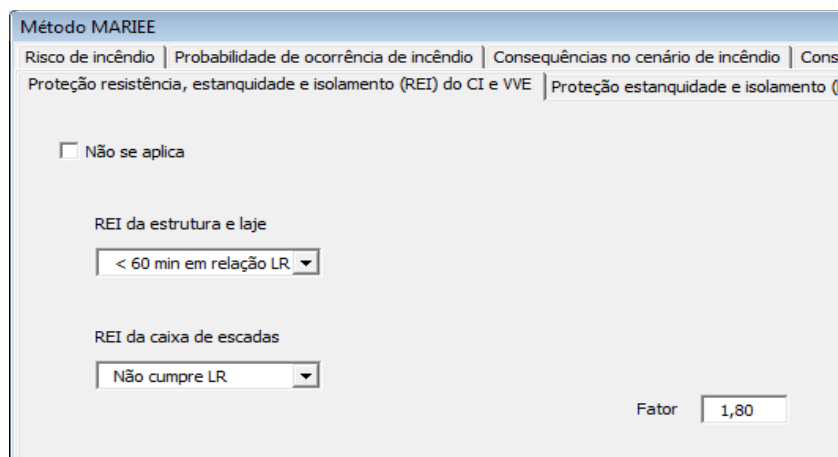


Figura 5.56 - Cálculo do fator parcial  $DPI_{REI}$

#### 5.3.4.2. Estanquidade e isolamento EI das paredes e portas do cenário de incêndio ( $DPI_{EI}$ )

Dispensa-se a apresentação do cálculo e da respetiva figura visto ser análogo ao efetuado para o Edifício 1, no parágrafo 4.2.4.2, sendo o valor igual 0 (não se aplica).

#### 5.3.4.3. Afastamento entre vãos exteriores ( $DPI_{AV}$ )

O afastamento entre os vãos sobrepostos neste edifício é inferior a 1,10, não respeitando o mínimo exigido pela legislação regulamentar (artigo nº 7 da Portaria 1542/2008).

Deste modo, o respetivo fator parcial assume o valor igual a 1,20, Figura 5.57.

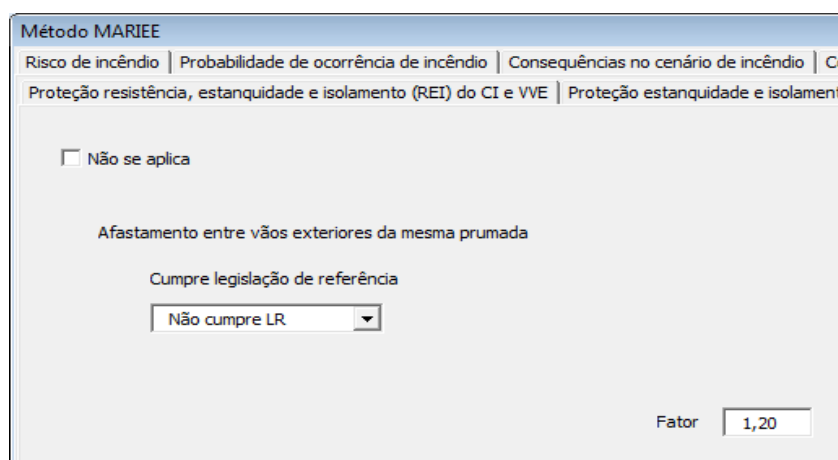


Figura 5.57 - Cálculo do fator parcial  $DPI_{AV}$

#### 5.3.4.4. Proteção das paredes exteriores ( $DPI_{PE}$ )

Dispensa-se a apresentação do cálculo e da respetiva figura visto ser análogo ao efetuado para o Edifício 1, no parágrafo 4.2.4.4, sendo o valor igual 1,00.

#### 5.3.4.5. Organização e gestão da segurança ( $DPI_{OGS}$ )

Dispensa-se a apresentação do cálculo e da respetiva figura visto ser análogo ao efetuado para o Edifício 1, no parágrafo 4.2.4.5, sendo o valor igual 0 (não se aplica).

#### 5.3.4.6. Fator Global Desenvolvimento e Propagação de Incêndio (DPI)

Depois de analisados e calculados os respetivos fatores parciais, o fator global desenvolvimento e propagação de incêndio resultada da média aritmética entre estes e assume o valor de 1,333, Figura 5.58.

Desenvolvimento e propagação do incêndio		
Proteção resistência, estanquidade e isolamento (REI) do CI e VVE	1,80	
Proteção estanquidade e isolamento (EI) das paredes e portas do CI	0	
Afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada	1,20	1.333
Proteção das paredes exteriores	1,00	
Organização e gestão da segurança	0	

Figura 5.58 - Cálculo do fator global DPI

#### 5.3.5. FATORES PARCIAIS ASSOCIADOS AO FATOR GLOBAL EFICÁCIA E SOCORRO NO COMBATE AO INCÊNDIO (ESCI)

##### 5.3.5.1. Grau de prontidão dos bombeiros ( $ESCI_{GP}$ )

Dispensa-se a apresentação do cálculo e da respetiva figura visto ser análogo ao efetuado para o Edifício 1, no parágrafo 4.2.5.1, sendo o valor igual 1,00.

##### 5.3.5.2. Vias de acesso ao edifício ( $ESCI_{AE}$ )

O arruamento envolvente deste edifício, a Rua do Souto, apresenta uma largura inferior a 6 metros, não permitindo o combate eficaz ao incêndio pelas viaturas de socorro. Neste caso, existe apenas a possibilidade de acesso a Veículos Ligeiros de Combate a Incêndio (VCLI). Além disso, o edifício possui mais de 3 pisos, o que dificulta ainda mais o combate ao incêndio por parte dos bombeiros.

Deste modo, este fator parcial assume o valor igual a 1,30, Figura 5.59.

Método MARIEE

Risco de incêndio | Probabilidade de ocorrência de incêndio | Consequências no cenário de incêndio | Cons

Grau de prontidão dos bombeiros | Vias de acesso ao edifício | Hidrantes exteriores | Extintores | Rede d

Altura do edifício

> 3º andar

Constrangimento de posicionamento do veículo

Sem constrangimento

Acesso às viaturas dos bombeiros

Acesso a VLCI

Fator 1,30

Figura 5.59 - Cálculo do fator parcial  $ESCI_{AE}$

#### 5.3.5.3. Hidrantes exteriores ( $ESCI_{HE}$ )

Existe um hidrante operacional, a cerca de 28 m do edifício em estudo. Da informação recolhida, [20], considera-se que existe fiabilidade da rede de alimentação deste hidrante.

Assim, o respetivo fator parcial assume o valor de 1,00. Neste caso dispensa-se a apresentação da respetiva figura, visto ser análogo ao efetuado para o Edifício 1, no parágrafo 4.2.5.3.

#### 5.3.5.4. Extintores ( $ESCI_{EXT}$ )

Dispensa-se a apresentação do cálculo e da respetiva figura visto ser análogo ao efetuado para o Edifício 1, no parágrafo 4.2.5.4, sendo o valor igual 0 (não se aplica).

#### 5.3.5.5. Redes de incêndio armadas ( $ESCI_{RIA}$ )

Dispensa-se a apresentação do cálculo e da respetiva figura visto ser análogo ao efetuado para o Edifício 1, no parágrafo 4.2.5.5, sendo o valor igual 0 (não se aplica).

#### 5.3.5.6. Corpo privado de bombeiros ( $ESCI_{CPB}$ )

Dispensa-se a apresentação do cálculo e da respetiva figura visto ser análogo ao efetuado para o Edifício 1, no parágrafo 4.2.5.6, sendo o valor igual 0 (não se aplica).

#### 5.3.5.7. Fator Global Eficácia e Socorro no Combate ao Incêndio ( $ESCI$ )

Depois de analisados e calculados os respetivos fatores parciais, o fator global eficácia e socorro no combate ao incêndio resulta da média aritmética entre estes e assume o valor de 1,100, Figura 5.60.

Combate ao incêndio		
Grau de prontidão dos bombeiros	<input type="text" value="1,00"/>	
Vias de acesso ao edifício	<input type="text" value="1,30"/>	
Hidrantes exteriores	<input type="text" value="1,00"/>	
Extintores	<input type="text" value="0"/>	<b>1.100</b>
Rede de incêndio armada	<input type="text" value="0"/>	
Corpo privado dos bombeiros	<input type="text" value="0"/>	

Figura 5.60 - Cálculo do fator global ESCI

### 5.3.6. RISCO DE INCÊNDIO (RI)

Após a determinação dos vários fatores globais é possível calcular o risco de incêndio do edifício em análise. Este assume o valor de 1,578, Figura 5.61.

Risco de incêndio	Probabilidade de ocorrência de incêndio	Consequências no cenário de incêndio	Consequências nas VHE	Consequências nas VVE	Desenvolvimento e propagação do incêndio	Combate ao incêndio																																
<div> <div> <b>Probabilidade de ocorrência de incêndio</b> <table> <tr><td>Fator caracterização da construção</td><td><input type="text" value="1,20"/></td></tr> <tr><td>Instalações de energia elétrica</td><td><input type="text" value="1,40"/></td></tr> <tr><td>Instalações de aquecimento</td><td><input type="text" value="1,35"/></td></tr> <tr><td>Instalações de confeção de alimentos</td><td><input type="text" value="1,30"/></td></tr> <tr><td>Instalações de conservação de alimentos</td><td><input type="text" value="1,00"/></td></tr> <tr><td>Instalações de ventilação e condicionamento</td><td><input type="text" value="0"/></td></tr> <tr><td>Instalações de líquidos e gases combustíveis</td><td><input type="text" value="1,40"/></td></tr> <tr><td>Edifícios Fronteiros</td><td><input type="text" value="1,40"/></td></tr> <tr><td>Edifícios Adjacentes</td><td><input type="text" value="1,10"/></td></tr> <tr><td>Organização e gestão da segurança</td><td><input type="text" value="0"/></td></tr> <tr><td>Probabilidade de ocorrência</td><td><input type="text" value="1,00"/></td></tr> </table> </div> <div> <b>Desenvolvimento e propagação do incêndio</b> <table> <tr><td>Proteção resistência, estanquidade e isolamento (REI) do CI e VVE</td><td><input type="text" value="1,80"/></td></tr> <tr><td>Proteção estanquidade e isolamento (EI) das paredes e portas do CI</td><td><input type="text" value="0"/></td></tr> <tr><td>Afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada</td><td><input type="text" value="1,20"/></td></tr> <tr><td>Proteção das paredes exteriores</td><td><input type="text" value="1,00"/></td></tr> <tr><td>Organização e gestão da segurança</td><td><input type="text" value="0"/></td></tr> </table> </div> </div>							Fator caracterização da construção	<input type="text" value="1,20"/>	Instalações de energia elétrica	<input type="text" value="1,40"/>	Instalações de aquecimento	<input type="text" value="1,35"/>	Instalações de confeção de alimentos	<input type="text" value="1,30"/>	Instalações de conservação de alimentos	<input type="text" value="1,00"/>	Instalações de ventilação e condicionamento	<input type="text" value="0"/>	Instalações de líquidos e gases combustíveis	<input type="text" value="1,40"/>	Edifícios Fronteiros	<input type="text" value="1,40"/>	Edifícios Adjacentes	<input type="text" value="1,10"/>	Organização e gestão da segurança	<input type="text" value="0"/>	Probabilidade de ocorrência	<input type="text" value="1,00"/>	Proteção resistência, estanquidade e isolamento (REI) do CI e VVE	<input type="text" value="1,80"/>	Proteção estanquidade e isolamento (EI) das paredes e portas do CI	<input type="text" value="0"/>	Afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada	<input type="text" value="1,20"/>	Proteção das paredes exteriores	<input type="text" value="1,00"/>	Organização e gestão da segurança	<input type="text" value="0"/>
Fator caracterização da construção	<input type="text" value="1,20"/>																																					
Instalações de energia elétrica	<input type="text" value="1,40"/>																																					
Instalações de aquecimento	<input type="text" value="1,35"/>																																					
Instalações de confeção de alimentos	<input type="text" value="1,30"/>																																					
Instalações de conservação de alimentos	<input type="text" value="1,00"/>																																					
Instalações de ventilação e condicionamento	<input type="text" value="0"/>																																					
Instalações de líquidos e gases combustíveis	<input type="text" value="1,40"/>																																					
Edifícios Fronteiros	<input type="text" value="1,40"/>																																					
Edifícios Adjacentes	<input type="text" value="1,10"/>																																					
Organização e gestão da segurança	<input type="text" value="0"/>																																					
Probabilidade de ocorrência	<input type="text" value="1,00"/>																																					
Proteção resistência, estanquidade e isolamento (REI) do CI e VVE	<input type="text" value="1,80"/>																																					
Proteção estanquidade e isolamento (EI) das paredes e portas do CI	<input type="text" value="0"/>																																					
Afastamento entre vãos exteriores da mesma prumada	<input type="text" value="1,20"/>																																					
Proteção das paredes exteriores	<input type="text" value="1,00"/>																																					
Organização e gestão da segurança	<input type="text" value="0"/>																																					
<div> <div> <b>Consequências no cenário de incêndio</b> <table> <tr><td>Potência</td><td><input type="text" value="1,2"/></td></tr> <tr><td>Fumo</td><td><input type="text" value="1,6"/></td></tr> <tr><td>Materiais de revestimento</td><td><input type="text" value="1,15"/></td></tr> </table> </div> <div> <b>Combate ao incêndio</b> <table> <tr><td>Grau de prontidão dos bombeiros</td><td><input type="text" value="1,00"/></td></tr> <tr><td>Vias de acesso ao edifício</td><td><input type="text" value="1,30"/></td></tr> <tr><td>Hidrantes exteriores</td><td><input type="text" value="1,00"/></td></tr> <tr><td>Extintores</td><td><input type="text" value="0"/></td></tr> <tr><td>Rede de incêndio armada</td><td><input type="text" value="0"/></td></tr> <tr><td>Corpo privado dos bombeiros</td><td><input type="text" value="0"/></td></tr> </table> </div> </div>							Potência	<input type="text" value="1,2"/>	Fumo	<input type="text" value="1,6"/>	Materiais de revestimento	<input type="text" value="1,15"/>	Grau de prontidão dos bombeiros	<input type="text" value="1,00"/>	Vias de acesso ao edifício	<input type="text" value="1,30"/>	Hidrantes exteriores	<input type="text" value="1,00"/>	Extintores	<input type="text" value="0"/>	Rede de incêndio armada	<input type="text" value="0"/>	Corpo privado dos bombeiros	<input type="text" value="0"/>														
Potência	<input type="text" value="1,2"/>																																					
Fumo	<input type="text" value="1,6"/>																																					
Materiais de revestimento	<input type="text" value="1,15"/>																																					
Grau de prontidão dos bombeiros	<input type="text" value="1,00"/>																																					
Vias de acesso ao edifício	<input type="text" value="1,30"/>																																					
Hidrantes exteriores	<input type="text" value="1,00"/>																																					
Extintores	<input type="text" value="0"/>																																					
Rede de incêndio armada	<input type="text" value="0"/>																																					
Corpo privado dos bombeiros	<input type="text" value="0"/>																																					
<div> <div> <b>Fator de eficácia de socorro e combate ao incêndio</b> <table> <tr><td>Fator de eficácia de socorro e combate ao incêndio</td><td><input type="text" value="0,988"/></td></tr> </table> </div> <div> <b>Risco de incêndio</b> <div style="text-align: center; font-size: 2em; color: red;">1.578</div> </div> </div>							Fator de eficácia de socorro e combate ao incêndio	<input type="text" value="0,988"/>																														
Fator de eficácia de socorro e combate ao incêndio	<input type="text" value="0,988"/>																																					
<div> <div> <b>Consequências nas VHE</b> <table> <tr><td>Fumo</td><td><input type="text" value="0"/></td></tr> <tr><td>Materiais de revestimento</td><td><input type="text" value="0"/></td></tr> </table> </div> <div> <b>Consequências nas VVE</b> <table> <tr><td>Fumo</td><td><input type="text" value="2"/></td></tr> <tr><td>Materiais de revestimento</td><td><input type="text" value="1,15"/></td></tr> </table> </div> </div>							Fumo	<input type="text" value="0"/>	Materiais de revestimento	<input type="text" value="0"/>	Fumo	<input type="text" value="2"/>	Materiais de revestimento	<input type="text" value="1,15"/>																								
Fumo	<input type="text" value="0"/>																																					
Materiais de revestimento	<input type="text" value="0"/>																																					
Fumo	<input type="text" value="2"/>																																					
Materiais de revestimento	<input type="text" value="1,15"/>																																					
<div> <div> <b>Consequências totais de incêndio</b> <table> <tr><td>Consequências totais de incêndio</td><td><input type="text" value="1,290"/></td></tr> </table> </div> <div> <div>Calcular</div> <div>Limpar</div> </div> </div>							Consequências totais de incêndio	<input type="text" value="1,290"/>																														
Consequências totais de incêndio	<input type="text" value="1,290"/>																																					

Figura 5.61 - Risco de incêndio do Edifício 2

Segundo André Correia [2], pelo facto do edifício se destinar à UT I, o valor do risco de incêndio é afetado por um coeficiente global igual a  $\frac{1}{1,11}$ . Como mencionado anteriormente, na análise do edifício 1, o valor do risco de incêndio “corrigido” resulta assim do produto deste coeficiente pelo valor do risco de incêndio calculado até então. Deste modo, o valor do risco de incêndio do edifício 2 assume o valor de **1,422**.

Assumindo que não é necessário estender demasiado a descrição da aplicação do método, já que não haverá grandes diferenças para outros casos, será apresentado, de seguida, a carta de risco de incêndio do edificado analisado na presente dissertação.

## 5.4. CARTA DE RISCO DE INCÊNDIO PARA O EIXO MOUZINHO-FLORES

### 5.4.1. PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DO EDIFICADO DE ACORDO COM O RISCO DE INCÊNDIO

A aplicação do método MARIEE na análise do risco de incêndio do edificado na área de análise permitiu a elaboração de uma carta do risco de incêndio desta. Para a concretização dessa carta, foi necessário classificar os edifícios, com base no respetivo risco de incêndio.

Como tal, recorreu-se à proposta de classificação elaborada por André Correia, [2]. A aplicabilidade desta classificação abrange tanto edifícios novos como antigos, permitindo, deste modo, uma “etiquetagem” dos edifícios analisados.

Assim, a proposta de classificação dos edifícios, Figura 5.62, de acordo com o risco de incêndio, consiste na divisão em 7 classes, respetivamente  $A^{++}$ ,  $A^{+}$ , A, B, C, D, E, correspondendo a primeira a risco de incêndio igual ou inferior a 0,9, a última a um risco de incêndio superior a 1,5 e as restantes a intervalos de valores intermédios, sendo que a classificação é pelo menos A, desde que o  $RI \leq 1,0$ .



Figura 5.62 - Proposta de classificação do edificado segundo o risco de incêndio, [2].

### 5.4.2. CARTA DE RISCO DE INCÊNDIO DO EDIFICADO ANALISADO

#### 5.4.2.1. Apresentação do risco de incêndio obtido para o edificado analisado e respetiva Carta de risco de Incêndio

Antes de ser apresentada a carta de risco de incêndio do edificado da área de análise, é essencial mostrar qual o risco de incêndio obtido para cada um dos edifícios, nos respetivos quarteirões. Tal é feito no Quadro 5.1, 5.2 e 5.3. Após isto, é ilustrada, na Figura 5.63, a carta de risco de incêndio do Eixo Mouzinho-Flores, de acordo com a classificação proposta no parágrafo anterior.

Quadro 5.1 - Edificado analisado e respetivo risco de incêndio.

Quarteirão	Edifício	RI	Quarteirão	Edifício	RI	Quarteirão	Edifício	RI	Quarteirão	Edifício	RI
N1-1	1	1,086	N1-2	1	1,027	N1-2	28	1,253	N1-4	8	
N1-1	2		N1-2	2	1,421	N1-2	29	1,114	N1-4	9	
N1-1	3	1,156	N1-2	3	1,307	N1-2	30	0,948	N1-4	10	1,307
N1-1	4	1,274	N1-2	4		N1-2	31	0,916	N1-4	11	1,216
N1-1	5	1,305	N1-2	5		N1-2	32	1,293	N1-4	12	1,035
N1-1	6	1,164	N1-2	6	1,178	N1-2	33	1,344	N1-4	13	1,267
N1-1	7	1,288	N1-2	7		N1-2	34		N1-4	14	1,107
N1-1	8	1,288	N1-2	8	1,021	N1-2	35	1,047	N1-5	1	1,339
N1-1	9	1,288	N1-2	9	1,174	N1-2	36	1,305	N1-5	2	
N1-1	10	1,103	N1-2	10	1,080	N1-3	1	1,054	N1-5	3	1,105
N1-1	11	1,277	N1-2	11	1,098	N1-3	2	1,167	N1-5	4	1,272
N1-1	12	1,288	N1-2	12	1,031	N1-3	3	1,059	N1-5	5	1,258
N1-1	13	1,277	N1-2	13	1,395	N1-3	4	1,059	N1-5	6	1,074
N1-1	14	1,194	N1-2	14	1,086	N1-3	5	1,059	N1-5	7	1,074
N1-1	15	1,264	N1-2	15	1,170	N1-3	6	1,043	N1-5	8	1,072
N1-1	16	1,277	N1-2	16	1,054	N1-3	7	1,181	N1-5	9	1,373
N1-1	17	0,943	N1-2	17	1,170	N1-3	8	1,032	N1-5	10	1,373
N1-1	18		N1-2	18	1,274	N1-3	9	1,073	N1-5	11	1,074
N1-1	19		N1-2	19	1,054	N1-3	10	1,131	N1-5	12	1,074
N1-1	20	1,476	N1-2	20	1,163	N1-3	11		N1-5	13	1,200
N1-1	21	1,109	N1-2	21	1,182	N1-4	1		N1-5	14	1,105
N1-1	22	1,273	N1-2	22	1,273	N1-4	2	1,059	N1-5	15	
N1-1	23		N1-2	23	1,144	N1-4	3	1,218	N1-5	16	1,182
N1-1	24	1,286	N1-2	24		N1-4	4		N1-5	17	1,181
N1-1	25		N1-2	25	1,307	N1-4	5		N1-5	18	1,192
N1-1	26	1,326	N1-2	26	1,307	N1-4	6	1,042	N1-6	1	1,299
N1-1	27		N1-2	27	1,307	N1-4	7		N1-6	2	1,297



Quadro 5.2 – Edificado analisado e respetivo risco de incêndio (continuação).

Quarteirão	Edifício	RI	Quarteirão	Edifício	RI	Quarteirão	Edifício	RI	Quarteirão	Edifício	RI
N1-6	3	1,130	N1-6	33	1,351	N1-8	3	1,142	N1-8	32	1,104
N1-6	4		N1-6	34	1,055	N1-8	4	0,935	N1-8	33	1,109
N1-6	5	1,209	N1-6	35	1,302	N1-8	5	0,935	N1-8	34	
N1-6	6	1,220	N1-6	36	1,253	N1-8	6	1,076	N1-8	35	
N1-6	7	1,287	N1-6	37	1,253	N1-8	7	1,076	N1-8	36	
N1-6	8	1,172	N1-6	38	1,311	N1-8	8	1,367	N1-8	37	
N1-6	9		N1-6	39	1,311	N1-8	9	1,254	N1-9	1	1,389
N1-6	10	1,325	N1-7	1		N1-8	10	1,138	N1-9	2	
N1-6	11	1,197	N1-7	2		N1-8	11	1,254	N1-9	3	1,422
N1-6	12	1,135	N1-7	3		N1-8	12	1,390	N1-9	4	1,126
N1-6	13	1,195	N1-7	4		N1-8	13	1,031	N1-9	5	1,111
N1-6	14		N1-7	5	0,980	N1-8	14	1,201	N1-9	6	1,111
N1-6	15	1,041	N1-7	6		N1-8	15	1,328	N1-9	7	1,316
N1-6	16	1,288	N1-7	7	1,116	N1-8	16	1,199	N1-9	8	1,178
N1-6	17	1,104	N1-7	8	1,175	N1-8	17	1,429	N1-9	9	1,079
N1-6	18	1,104	N1-7	9	1,054	N1-8	18	1,402	N1-9	10	
N1-6	19		N1-7	10	1,022	N1-8	19	1,245	N1-9	11	
N1-6	20		N1-7	11		N1-8	20	1,245	N1-9	12	1,395
N1-6	21	1,131	N1-7	12	1,124	N1-8	21	1,339	N1-9	13	1,395
N1-6	22	1,108	N1-7	13	1,055	N1-8	22	1,359	N1-9	14	1,178
N1-6	23	1,453	N1-7	14		N1-8	23		N1-9	15	1,111
N1-6	24	1,050	N1-7	15	1,147	N1-8	24		N1-9	16	1,111
N1-6	25	1,199	N1-7	16	1,489	N1-8	25	1,036	N1-9	17	1,056
N1-6	26	0,970	N1-7	17		N1-8	26	1,369	N1-9	18	1,031
N1-6	27	1,369	N1-7	18	1,061	N1-8	27	1,446	N1-9	19	0,930
N1-6	28	1,173	N1-7	19	1,187	N1-8	28	0,944	N1-9	20	1,031
N1-6	29	1,173	N1-7	20	1,489	N1-8	29	1,290	N1-9	21	1,037
N1-6	30		N1-7	21	1,489	N1-8	30	1,345	N1-9	22	1,111
N1-6	31	1,105	N1-8	1	1,374	N1-8	31	1,223	N1-9	23	1,070
N1-6	32	1,048	N1-8	2	1,368	N1-8	32	1,104	N1-9	24	1,056

Quadro 5.3 - Edifício analisado e respetivo risco de incêndio (continuação).

Quarteirão	Edifício	RI	Quarteirão	Edifício	RI	Quarteirão	Edifício	RI	Quarteirão	Edifício	RI
N1-9	25	1,089	N1-10	5	1,397	N1-10	12	1,312	N1-11	2	1,191
N1-9	26	1,070	N1-10	6	1,209	N1-10	13		N1-11	3	
N1-9	27	1,056	N1-10	7	1,329	N1-10	14	1,196	N1-11	4	1,131
N1-10	1		N1-10	8	1,262	N1-10	15	1,304	N1-11	5	1,056
N1-10	2		N1-10	9	1,288	N1-10	16	1,196	N1-11	6	1,070
N1-10	3		N1-10	10	1,317	N1-10	17		N1-11	7	1,056
N1-10	4		N1-10	11	1,305	N1-11	1	1,073	N1-11	8	1,243



Figura 5.63 – Carta de risco de incêndio do edifício analisado.

#### 5.4.2.2. Conclusões retiradas da análise da carta de RI

A obtenção da carta de RI do edificado analisado permite retirar conclusões em relação aos valores obtidos, mas também compará-los, com outros dados utilizados ao longo da dissertação, como é o caso do estado de conservação do edificado, Figura 5.64, das utilizações-tipo condicionantes, Figura 5.65, e as categorias de risco destas, Figura 5.66. Isto possibilita tirar conclusões sobre a aplicabilidade do método MARIEE a todo o tipo de edifícios, no que concerne aos aspetos acima referidos, incluindo também a sensibilidade de alguns dos fatores parciais utilizados.



Figura 5.64 - À esquerda a carta de risco de incêndio e à direita a carta do estado de conservação, do edificado analisado.

Da comparação entre as duas imagens da Figura 5.64, é possível distinguir que as zonas com maior concentração de edifícios em mau estado de conservação, as mais degradadas, são, por norma, as que possuem edifícios com maior risco de incêndio. Do mesmo modo, para os edifícios reabilitados recentemente e em bom estado de conservação, verifica-se a obtenção de valores de risco de incêndio moderados e, por vezes, aceitáveis. A obtenção de valores moderados do risco de incêndio para edifícios em bom estado de conservação deve-se sobretudo à fraca condição de acessibilidade dos arruamentos envolventes, o que vai ao encontro da realidade, uma vez que num centro urbano antigo, as acessibilidades sendo difíceis para o corpo de bombeiros, complicam o combate ao incêndio por parte destes, facilitando assim o desenvolvimento e propagação do incêndio mesmo em edifícios com boas condições de segurança ao fogo.





Figura 5.65 - À esquerda a a carta de risco de incêndio e à direita a carta de utilização-tipo condicionante, do edificado analisado.

Da análise da Figura 5.65, constata-se que nos edifícios habitacionais, o risco de incêndio pode variar bastante, estando dependente do estado de conservação deste. Porém para outras utilizações, como é o caso de estabelecimentos de restauração ou hotéis, comércio e escritórios, nos quais são feitas maiores exigências de segurança ao fogo pela legislação regulamentar, incluindo medidas de autoproteção, verifica-se que o risco de incêndio é mais baixo, uma vez que estas são normalmente cumpridas, especialmente nos edifícios em melhor estado. Assim verifica-se facilmente que o risco de incêndio das várias utilizações-tipo, exceto as habitacionais, será geralmente baixo e aceitável. Isto deve-se principalmente ao facto do método valorizar bastante a contribuição da sinalização e iluminação de emergência, bem como a deteção automática de incêndio, não exigidos pela legislação em vigor em habitações da 1º e 2º CR, mas também por não distinguir devidamente o risco de incêndio associado às diferentes atividades, uma vez que este deveria ser claramente mais agravado para utilizações como restaurantes ( $POI_{ATIV}=1,2$ ), bibliotecas ( $POI_{ATIV}=1,2$ ) ou comércios ( $POI_{ATIV}=1,2$  ou  $1,4$ ), do que para habitações ( $POI_{ATIV}=1,0$ ).

Daqui é possível concluir que o fator do método MARIEE, relacionado com a Atividade da utilização do edifício deveria ter bem mais influência no valor final do risco de incêndio do que tem atualmente. Porém, este assunto será melhor abordado e detalhado na conclusão da presente dissertação.



Figura 5.66 - À esquerda a carta de risco de incêndio e à direita a carta de categorias de risco, do edifício do analisado.

Da análise da Figura 5.66 poucas são as conclusões que podem ser retiradas, uma vez que não se verifica qualquer relação entre a categoria de risco da UT condicionante do edifício e o risco de incêndio deste. Mais uma vez, isto deve-se ao facto do método não contemplar, de forma apropriada, a importância deste fator para o valor do risco de incêndio. De facto, a importância da CR para o cálculo do risco de incêndio pelo método é visivelmente baixa, uma vez que condiciona o valor de alguns dos fatores parciais do método. Assim, este será outro dos aspetos abordados na conclusão da dissertação, já que deveria ser desenvolvido no futuro.

No próximo capítulo será feita uma análise à contribuição de alguns dos fatores parciais do método MARIEE para o valor do risco de incêndio, através da proposta de algumas medidas para futuras intervenções nos edifícios analisados. Deste modo, pretende-se analisar a redução do risco de incêndio proporcionado pela aplicação dessas tais medidas.



# 6

## POSSÍVEIS MEDIDAS DE INTERVENÇÕES PARA A REDUÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO

### 6.1. INTRODUÇÃO

No Capítulo 5 procedeu-se à avaliação do risco de incêndio do edificado da área de análise, através do Método MARIEE, exemplificando este processo com a aplicação do método a 2 edifícios. Foi ainda apresentada a carta de risco de incêndio, um dos objetivos do trabalho.

No presente capítulo, apresentam-se possíveis medidas de intervenção com a finalidade de reduzir o risco de incêndio dos edifícios.

Será assim apresentada e analisada a quantificação da contribuição, de possíveis medidas que pareçam fazer sentido aplicar conjuntamente, para a redução do risco de incêndio dos edifícios do Quarteirão São João, designado por N1-1, como ilustrado na Figura 6.1 a amarelo.

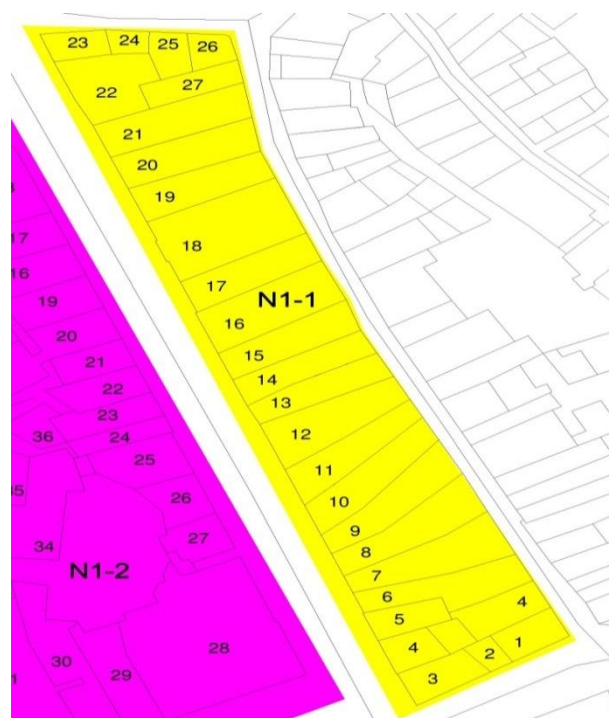


Figura 6.1 - Identificação do Quarteirão N1-1



## 6.2. CARACTERIZAÇÃO DO QUARTEIRÃO

Para o seguinte caso de estudo foi escolhido o Quarteirão São João, N1-1, por possuir, na sua maioria, edifícios antigos. O Quarteirão contém 27 edifícios, 6 destes encontram-se devolutos, e o resto encontra-se predominantemente ocupado por habitação. Como habitual, a habitação ocupa os pisos superiores, sendo que o rés-do-chão é normalmente ocupado por comércio ou estabelecimentos de restauração. De um modo geral, os edifícios encontram-se em mau estado de conservação, apresentando más condições de utilização, embora hajam edifícios um número pequeno de edifícios recentemente reabilitados. A Figura 6.2 indica a UT e respetiva CR dos edifícios pertencentes do quarteirão, assim como o valor do risco de incêndio destes, sem intervenção.

Identificação do Edifício			SCIE									Risco de Incêndio
Nº do Edifício	Quarteirão	Código	Fatores de classificação da CR da UT mais condic.									
			UT	UT	UT	Altura H	NPAPR	Efetivo	DCIM	Outros	CR	
1	São João	N1-1	I	-	-	15m	1	-	-	-	2ª	1,086
2	São João	N1-1	Devoluto									
3	São João	N1-1	VII	-	-	3m	-	<100	-	-	1ª	1,156
4	São João	N1-1	I	VII	-	15m	0	-	-	-	2ª	1,274
5	São João	N1-1	I	-	-	12m	0	-	-	-	2ª	1,305
6	São João	N1-1	I	-	-	12m	-	<100	-	-	2ª	1,164
7	São João	N1-1	I	VIII	-	12m	0	-	-	-	2ª	1,288
8	São João	N1-1	I	-	-	15m	0	-	-	-	2ª	1,288
9	São João	N1-1	I	VIII	-	15m	0	-	-	-	2ª	1,288
10	São João	N1-1	III	VII	-	15m	-	<100	-	-	2ª	1,103
11	São João	N1-1	I	-	-	15m	0	-	-	-	2ª	1,277
12	São João	N1-1	I	VIII	-	15m	0	-	-	-	2ª	1,288
13	São João	N1-1	I	VI	-	15m	0	-	-	-	2ª	1,277
14	São João	N1-1	I	III	-	15m	0	-	-	-	2ª	1,194
15	São João	N1-1	III	VIII	-	15m	-	<100	-	-	2ª	1,264
16	São João	N1-1	I	III	-	12m	0	-	-	-	2ª	1,277
17	São João	N1-1	III	VIII	-	15m	-	<100	-	-	2ª	0,943
18	São João	N1-1	Devoluto									
19	São João	N1-1	Devoluto									
20	São João	N1-1	XII	I	-	3m	0	-	<5000	-	2ª	1,476
21	São João	N1-1	I	-	-	18m	0	-	-	-	2ª	1,109
22	São João	N1-1	I	VIII	-	18m	0	-	-	-	2ª	1,273
23	São João	N1-1	Devoluto									
24	São João	N1-1	VII	-	-	15m	1	<50	-	-	2ª	1,286
25	São João	N1-1	Devoluto									
26	São João	N1-1	I	VII	-	15m	0	-	-	-	2ª	1,326
27	São João	N1-1	Devoluto									

Figura 6.2 - Risco de incêndio obtidos para o edificado do Quarteirão N1-1

A generalidade do edificado deste Quarteirão apresenta uma série de características comuns, prejudiciais à evacuação dos seus ocupantes: dimensões pequenas, corredores estreitos, escadas em madeira em mau estado de conservação, inexistência de sinalização e iluminação de emergência, tanto nas frações como nas vias de evacuação e ausência de sistemas de deteção automática de incêndio e de sistemas de controlo de fumo.



As medidas que serão propostas visam colmatar essas deficiências, de forma a promover uma eficaz evacuação dos edifícios. De salientar que as intervenções propostas aplicam-se aos edifícios, não havendo qualquer intervenção no espaço público.

### **6.3. MEDIDAS PROPOSTAS**

Nas medidas propostas a intervenções futuras, foram consideradas as de fácil implementação, com o objetivo de reduzir o risco de incêndio do edifício e melhorar as condições de evacuação dos ocupantes do mesmo.

As medidas estudadas e propostas são as seguintes:

- Reparação das instalações eléctricas ( $POI_{IE}$ );
- Reparação das instalações de confecção de alimentos ( $POI_{CONFA}$ );
- Reparação das instalações de líquidos e gases combustíveis ( $POI_{LGC}$ );
- Implementação de procedimentos e planos de prevenção ( $POI_{PPP}$ );
- Implementação de extintores ( $ESCI_{EXT}$ );
- Implementação de sinalização e iluminação de emergência no cenário de incêndio ( $CPI_{CISI}$ );
- Implementação de sistema de deteção automática de incêndio no cenário de incêndio ( $CPI_{SADI}$ );
- Implementação de sinalização e iluminação de emergência nas vias verticais de evacuação ( $CPI_{VVESI}$ ).

Estas foram escolhidas como algumas das possíveis medidas de implementação a aplicar a este tipo de edifícios, já que na sua maioria não são exigidas pela legislação e portanto não se encontram atualmente aplicadas nos edifícios em estudo.

### **6.4. APLICAÇÃO DAS MEDIDAS PROPOSTAS AO CASO DE ESTUDO**

Dado que a maioria dos edifícios que constituem o caso de estudo se destina à habitação, a implementação de sinalização e iluminação de emergência e extintor na fração, bem como de sistema de controlo de fumo, não é exigida pela legislação em vigor, contudo, a aplicação destas medidas serão estudadas em seguida.

Este facto deve-se sobretudo à verificação dos resultados e questionar se faz ou não sentido a existência destes equipamentos.

Tratando-se de uma zona antiga e sujeita a futuras reabilitações, a adoção destas medidas são uma forma de compensar e minimizar os custos mais elevados ou intervenções mais complexas que possam ter o mesmo resultado na avaliação do risco de incêndio. O estudo proposto é feito no sentido de retirar as devidas conclusões.

No Quadro 6.1, são descritos os valores de cálculo, dos fatores parciais adotados para cada edifício, dadas as suas características antes da implementação das medidas de intervenção.

Quadro 6.1 - Valores de cálculo adotados nos edifícios, na situação atual

Edifícios	Fatores parciais								Risco de Incêndio
	POI <sub>IE</sub>	POI <sub>CONFA</sub>	POI <sub>LGC</sub>	POI <sub>PPP</sub>	ESCI <sub>EXT</sub>	CPI <sub>CISI</sub>	CPI <sub>SADI</sub>	CPI <sub>VVESI</sub>	
1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	C/ SI	1,086
3	1,00	1,00	1,00	0,00	1,05	C/ SI	C/ SADI	S/ SI	1,156
4	1,30	1,30	1,40	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	S/ SI	1,274
5	1,30	1,30	1,40	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	S/ SI	1,305
6	1,30	1,20	1,10	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	C/ SI	1,164
7	1,30	1,30	1,40	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	S/ SI	1,288
8	1,30	1,30	1,40	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	S/ SI	1,288
9	1,30	1,30	1,40	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	S/ SI	1,288
10	1,00	0,00	0,00	1,20	1,05	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,103
11	1,30	1,30	1,40	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	S/ SI	1,277
12	1,30	1,30	1,40	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	S/ SI	1,288
13	1,30	1,30	1,40	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	S/ SI	1,277
14	1,30	1,20	1,10	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	S/ SI	1,194
15	1,00	0,00	0,00	1,20	1,05	C/ SI	S/ SADI	C/ SI	1,264
16	1,30	1,30	1,40	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	S/ SI	1,277
17	1,00	0,00	1,00	1,20	1,00	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	0,943
20	1,30	0,00	0,00	1,20	1,05	S/ SI	S/ SADI	S/ SI	1,476
21	1,00	1,20	1,10	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	S/ SI	1,109
22	1,30	1,30	1,40	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	C/ SI	1,273
24	1,00	1,20	1,10	1,00	1,00	S/ SI	S/ SADI	C/ SI	1,286
26	1,30	1,30	1,40	0,00	0,00	S/ SI	S/ SADI	S/ SI	1,326

Numa futura intervenção aos edifícios em causa, são implementadas as medidas mencionadas anteriormente. O risco de incêndio calculado com a implementação das medidas propostas, contempla somente a alteração dos valores propostos, com o objetivo de analisar a contribuição destes para a redução do risco de incêndio. Assim, o Quadro 6.2 traduz a análise efetuada e mostra o valor do risco de incêndio obtido para cada edifício.

Quadro 6.2 – Valores de cálculo adotados para os edifícios, após implementação das medidas propostas

Edifícios	Fatores parciais								Risco de Incêndio
	POI <sub>IE</sub>	POI <sub>CONFA</sub>	POI <sub>LGC</sub>	POI <sub>PPP</sub>	ESCI <sub>EXT</sub>	CPI <sub>SIECI</sub>	CPI <sub>SADI</sub>	CPI <sub>SIEVVE</sub>	
1	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	0,994
3	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,111
4	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,089
5	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,134
6	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,005
7	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,065
8	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,065
9	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,134
10	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	0,978
11	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,171
12	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,078
13	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,038
14	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,017
15	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,121
16	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,107
17	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	0,939
20	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,100
21	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,029
22	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,089
24	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,091
26	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	C/ SI	C/ SADI	C/ SI	1,143

Antes de qualquer análise feita aos resultados, é fundamental referir que o risco de incêndio das UT-I obtido no Quadro 6.2 não é afetado pelo coeficiente global igual  $\frac{1}{1,11}$ , uma vez que neste caso, os cenários de incêndio encontram-se dotados de sinalização de emergência. Assim, o valor do risco de incêndio proposto no Quadro 6.2 é considerado como valor final.

## 6.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Na Figura 6.3 ilustra o quarteirão em estudo, com os edifícios e respectivos valores do risco de incêndio obtido antes e depois da implementação das medidas de intervenção, de forma a possibilitar uma melhor comparação destes valores.



Figura 6.3 - Valor do RI dos edifícios analisados antes e depois da implementação das medidas de intervenção propostas

Analisando cada fator parcial, é possível afirmar que, de uma maneira geral, todos contribuem para a diminuição do risco e incêndio, embora alguns em particular como a sinalização e iluminação de emergência, e sistemas de deteção automática de incêndio, contribuem de forma decisiva para a redução do tempo de evacuação e consequentemente do risco de incêndio. Embora a aplicação destes dispositivos não seja exigida pela legislação em vigor, nas frações das habitações de qualquer categoria de risco da UT-I, o autor sentiu a necessidade de averiguar a influência desta medida no método. Em caso de inexistência destas, o tempo de evacuação é agravado, aumentando as possíveis perdas humanas.

Assim, numa operação de reabilitação, a implementação de sistemas de deteção automática de incêndio em locais de risco, como em cozinhas, e de sinalização e iluminação de emergência, quer no cenário de incêndio, quer nas vias de evacuação, devem constituir objetivos primordiais. De facto, a instalação destes dispositivos, mesmo dentro das frações correspondentes a habitação poderia constituir uma eventual medida de auxílio à evacuação dos moradores, uma vez que com a deflagração

de um incêndio, a eletricidade é normalmente cortada, dificultando a evacuação dos moradores, bem como a formação de camadas de fumo que diminuem drasticamente a visibilidade dentro dos compartimentos. Desta forma a implementação destas medidas dentro das frações poderia auxiliar crucialmente a evacuação dos moradores, diminuindo assim o risco de incêndio do edifício.

Do ponto de vista da prevenção, a reparação das instalações reveste-se de uma enorme importância, uma vez que reduzem a possibilidade de ocorrência de incêndio. Contudo, algumas destas medidas implicam algum trabalho e dificuldade do ponto de vista da reabilitação, devido há existência de infiltrações nos edifícios e outras patologias que degradam rapidamente as condições destas. Também aqui a existência de procedimentos e planos de prevenção torna-se relevante para a redução do risco de incêndio uma vez que estes possibilitam uma utilização mais segura de todos os equipamentos existentes no edifício.

As medidas propostas pretendem atuar predominantemente ao nível da prevenção, para assegurar a não ocorrência de incêndio no edifício. Porém, aquando a ocorrência de um incêndio, a existência de meios de 1ª intervenção constitui uma medida fundamental para evitar a propagação e desenvolvimento do incêndio. Assim, a colocação de extintores torna-se uma das medidas propostas.

A combinação de medidas propostas contempla, de uma maneira geral, os vários fatores globais, sendo, no entanto, uma de muitas possíveis para a redução do risco de incêndio segundo o método MARIEE.



# 7

## CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

### 7.1. CONCLUSÕES

Como é já sabido, a Segurança Contra Incêndios em Edifícios trata duma temática que tem sofrido uma série de avanços não só tecnológicos mas também legislativos, embora haja ainda um longo percurso a percorrer, sobretudo quando o objeto de estudo são os edifícios antigos, cuja tipologia construtiva e menor exigência legislativa anterior confere uma maior vulnerabilidade à destruição provocada pelos incêndios urbanos. Nos centros urbanos antigos, como é o caso do CHP, às possíveis perdas humanas são acrescidas de perdas patrimoniais, significativas, devido há existência de edifícios com alto valor histórico, arquitetónico e cultural para a identidade da cidade. Assim, nestes casos, deve ser dada uma importância redobrada à prevenção dos incêndios, uma vez que os edifícios antigos possuem fracas capacidades de resistência ao fogo, além de que nestas zonas a eficácia do combate ao incêndio é reduzida, dadas as várias dificuldades existentes, incluindo as fracas acessibilidades dos arruamentos existentes na envolvente e inexistência de hidrantes operacionais.

A presente dissertação consistiu na análise de risco de incêndio de um parque edificado inserido na área em estudo, segundo o método MARIEE, com o objetivo de obter valores de risco de incêndio e criação de uma carta de risco da zona, permitindo atuar face a esse risco, através da elaboração de planos de intervenção e emergência e planos de gestão do edificado bem como a análise política de intervenção urbanística. Além disso, a dissertação teve como objetivo a avaliação da aplicabilidade da metodologia utilizada, para a obtenção de valores ajustados à realidade, face ao estado dos edifícios.

De facto, o método MARIEE distingue-se dos restantes métodos de avaliação de risco de incêndio, ao considerar relevante a manutenção das condições ambientais desejáveis à evacuação dos edifícios, ou seja, as condições de evacuação influenciam fortemente o valor do risco de incêndio dos edifícios. Isto torna o método apropriado para a área de análise, já que a população residente no CHP é predominantemente idosa, com condições de mobilidade deficientes, agravando acentuadamente a evacuação dos edifícios em caso de incêndio. Este é também adequado ao valorizar as condições de combate ao incêndio, bastante particulares para o caso do CHP, dadas as acessibilidades difíceis aos edifícios, devido à reduzida largura dos arruamentos, e existência reduzida de hidrantes operacionais.

No entanto, durante a elaboração da presente dissertação, o autor conseguiu retirar algumas conclusões relativas à aplicabilidade do método para os tipos edifícios analisados, sendo estas as seguintes:

- A facilidade com que é possível obter um valor do risco de incêndio de um edifício, através de vistorias, relativamente simples, é um aspeto positivo a realçar. Este pode ser também um aspeto negativo do método, uma vez que sem acesso ao interior do edifício,

bem como a algumas particularidades deste, como o estado das instalações e estruturas, a aplicabilidade do método torna-se reduzida. Tal foi comprovado no caso da presente dissertação, que para um extenso parque edificado, a aplicabilidade do método tornou-se reduzida, uma vez que seria bastante moroso a realização de vistorias a mais de 200 edifícios.

- A fraca aplicabilidade do método a edifícios inseridos em quarteirões, com edifícios adjacentes, dada a insignificante contribuição do fator parcial  $POI_{EA}$  (Edifícios Adjacentes) para o valor final do Risco de Incêndio. Ao autor, foi possível constatar este facto ao analisar edifícios com edifícios adjacentes devolutos ou em ruína, resultando num agravamento do fator parcial  $POI_{EA}$  de 1,00 para 1,10, o que é perfeitamente insignificante face à quantidade de fatores parciais que constituem o fator global POI, um de 4 fatores globais que traduzem o valor do risco de incêndio.
- Para o caso de imóveis constituídos em propriedade horizontal, o método MARIEE, ao analisar a fração considerada mais gravosa do ponto de vista da evacuação dos seus ocupantes, pode refletir a realidade, dado que o valor do risco de incêndio obtido pode não ser conservativo do ponto de vista da segurança. A análise da fração recentemente intervencionada, do último piso de um edifício em mau estado de conservação, é um exemplo para o qual o método não é aplicável, uma vez que o valor do risco de incêndio não só não reflete as condições atuais do edifício como não é conservativo. Assim, a aplicação do método terá de ser sempre realizada à fração cujo valor do risco de incêndio será provavelmente maior. No entanto, esta análise às frações do edifício é de difícil realização no caso de não serem efetuadas vistorias a este.
- Relativamente aos edifícios analisados, a maioria destes não possui caixa de escadas enclausuradas, sendo que esta situa-se normalmente no meio do edifício e acedem diretamente às frações. Deste modo, o fator parcial  $CPI_{VHE}$  ao não ser aplicável, não deveria contribuir para a redução do risco de incêndio, uma vez que a saída do cenário de incêndio é feita diretamente para as vias verticais de evacuação.

Por outro lado, embora não fosse um dos objetivos definidos a priori, ao longo da elaboração da presente dissertação, o autor foi realizando uma análise de sensibilidade aos vários parâmetros existentes no método MARIEE, à medida que se deparava com obstáculos que impedissem ou dificultassem a obtenção do valor do risco de incêndio que se apropriasse, de certa forma, ao estado atual do edifício. Ora tal só foi possível devido ao processo iterativo adotado para a obtenção do valor do risco de incêndio dos vários edifícios analisados, uma vez que o autor foi tomando diferentes considerações, à medida que ganhava mais compreensão e entendimento sobre o método e todos os seus parâmetros.

Deste modo, relativamente à análise de sensibilidade o autor concluiu que os seguintes fatores e suas variações de valor, encontram-se desajustados na contribuição para o valor final do risco de incêndio:

- Para centros urbanos antigos, onde deve ser privilegiada prevenção dos incêndios, dadas as fracas características dos edifícios, que permitem o rápido desenvolvimento do incêndio, aliada à insuficiente capacidade de combate ao incêndio, devido às condições envolventes, ao fator global POI deveria ser dado uma maior importância e influência no valor do risco de incêndio. Além de tudo, para estes casos, as perdas patrimoniais são enormes, já que estão em causa edifícios antigos com grande valor histórico.
- Como acima referido, a influência do fator parcial  $POI_{EA}$  (Edifícios Adjacentes) no valor do risco de incêndio é insignificante, uma vez que a sua variação situa-se entre 1,00 a



1,10. Da análise efetuada o autor constatou que, na maioria dos casos, a variação do valor do fator parcial adequa-se para os edifícios analisados. Contudo, no caso de edifício adjacentes em ruínas ou com particularidades que propiciem a deflagração de incêndios, o fator encontra-se desajustado, sendo insignificante a sua contribuição para o risco de incêndio.

- A influência do fator  $POI_{ATIV}$  deveria ser decisiva para o fator global POI, bem como para o valor do risco de incêndio do edifício. Porém, tal como mencionado anteriormente, o valor do fator global POI ao resultar da média dos fatores parciais, torna a influência de cada fator parcial bastante reduzida, sendo este o caso referente à atividade do uso do edifício. Deste modo, o autor constatou que a contribuição do fator parcial referente à atividade para o RI deveria ser maior, além de que os vários valores possíveis para este, variam de forma reduzida, ou seja, a diferenciação entre as várias atividades possíveis é também diminuta.

Da implementação das medidas propostas em futuras intervenções ao quarteirão analisado, verificou-se a redução generalizada do valor do risco de incêndio dos edifícios. Tal é feito no capítulo 6, onde se destaca o papel absolutamente decisivo da sinalização e iluminação de emergência, do sistema de deteção automática e dos procedimentos e planos de prevenção, para a redução dos tempos de evacuação dos edifícios e, conseqüentemente, do risco de incêndio. Ora, como se pode constatar, todas as medidas acima referidas não são exigidas pela legislação em vigor (Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios – RTSCIE [7]), para os edifícios da Utilização-Tipo I, o que vai de encontro com os pressupostos do método MARIEE, que propõe uma solução alternativa à avaliação de risco de incêndio dos edifícios.

Para o autor, a dissertação elaborada representou uma aplicação ainda inicial do método MARIEE, uma vez que este foi desenvolvido recentemente. Como tal, este foi testado para um número considerável de casos, com destaque para os edifícios habitacionais, não só pela sua predominância no parque edificado, mas também pela grande quantidade de incêndios ocorridos neste tipo de edifícios. Os resultados finais para além de satisfatórios, permitiram perceber quais as falhas do método, e quais os ajustes a realizar para a calibração e melhor aplicação do método para o tipo de edifícios analisados. Finalmente, é possível afirmar que o método MARIEE pode vir a tratar-se de uma ferramenta útil para melhor entender o panorama das condições do edificado nacional quanto ao risco de incêndio, e permitir uma melhor atuação ao nível da prevenção e combate a este.

## **7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS**

No sentido de melhorar e aperfeiçoar o método MARIEE, bem como alargar o seu campo de aplicação, sugerem-se algumas propostas para estudos futuros:

- Realizar uma análise de sensibilidade mais extensa, a todos os parâmetros intervenientes no método MARIEE, de modo a melhor perceber a influência que cada um tem para o valor do risco de incêndio;
- Dar seguimento à avaliação de risco de incêndio do parque edificado do CHP, de modo a obter uma carta de risco de toda a sua área, contemplando os diversos tipos de edifícios nele inseridos, possibilitando um maior planeamento e gestão da intervenção e combate aos incêndios por parte das autoridade de proteção civil;

- Melhorar o modelo numérico de aplicação do método, neste momento em formato *Visual Basic for Applications*, de modo a facilitar a utilização deste, e permitir a aplicação deste para profissionais na área de segurança contra incêndio;
- Avaliação da importância da prevenção e do fator global POI (Probabilidade e Ocorrência de Incêndio) no método MARIEE, para o valor de risco de incêndio do edifício, e respetiva proposta do valor para o fator;
- Solucionar a problemática dos edifícios devolutos e a fraca aplicabilidade do método a estes, através da estipulação de um valor estandarizado para este tipo de edifício. Para tal, sugere-se a seleção de uma amostra de edifícios e formulação de casos tipo, seguida de validação destes, através da aplicação do método.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] [http://www.jn.pt/PaginaInicial/Economia/Interior.aspx?content\\_id=4009860](http://www.jn.pt/PaginaInicial/Economia/Interior.aspx?content_id=4009860). Acedido a 5 de Julho de 2014.
- [2] Correia, André. *Desenvolvimento e implementação numérica de um modelo de análise de risco de incêndio urbano – MARIEE – Edifícios administrativos, escolares, habitacionais, hospitalares e hoteleiros*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.
- [3] Pissarra, Jorge. *Desenvolvimento e implementação numérica de um modelo de análise de risco de incêndio urbano – MARIEE – Edifícios comerciais, bibliotecas e salas de espetáculo*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.
- [4] Costa, Ana. *Proposta de um novo método de avaliação do risco de incêndio para edifícios – Aplicação no centro urbano antigo do Porto*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013.
- [5] Cunha, Diogo. *Análise do risco de incêndio de um quarteirão do centro histórico da cidade do Porto – Quarteirão 14052, Aldas – Sé do Porto*. Dissertação de Mestrado, Faculdade Engenharia Universidade do Porto, 2010.
- [6] Coelho, A. Leça. 2010. *Incêndios em edifícios*. 1ª Edição. Edições Orion, Amadora.
- [7] Portugal, Portaria nº 1532/2008, de 29 de dezembro (Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios – RTSCIE), 2008.
- [8] Portugal, Decreto-Lei nº 220/2008 de 12 de novembro (Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios – RJSCIE), 2008.
- [9] [www.cm-porto.pt/users/0/56/Porto\\_Indicadores\\_Locais\\_39a54e49e7ff0695c2a4a79671c4b5ff.xls](http://www.cm-porto.pt/users/0/56/Porto_Indicadores_Locais_39a54e49e7ff0695c2a4a79671c4b5ff.xls). Acedido a 22 de Maio de 2014.
- [10] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Porto>. Acedido a 22 de Maio de 2014.
- [11] *Diário da República*, 1.ª Série, n.º 19, [Lei n.º 11-A/2013 de 28 de janeiro \(Reorganização administrativa do território das freguesias\)](#), 2013.
- [12] [http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/Ident\\_edif\\_Pomb.html](http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/Ident_edif_Pomb.html). Acedido a 23 de Maio de 2014.
- [13] [http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/Edif\\_1880\\_1930.html](http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/Edif_1880_1930.html). Acedido a 23 de Maio de 2014.
- [14] Lamego, Paulo R. C., Lourenço, Paulo B., *Caracterização e Comportamento Sísmico de Edifícios de “Placa”*. Congresso Construção 2012, 18, 19 e 20 de Dezembro, Coimbra, Portugal, 2012.
- [15] Peixoto de Freitas, V. 2012. *Manual de Apoio ao Projeto de Reabilitação de Edifícios Antigos*. Porto: Ordem dos Engenheiros da Região Norte.
- [16] Gonçalves, R. T. Pereira. *A Reabilitação face à Sustentabilidade – Casa Burguesa do Porto*, Universidade Lusófona do Porto, 2012.
- [17] Rodrigues, B. F. Pereira. *Reabilitação de Edifícios Habitacionais com Valor Patrimonial – O Caso do Centro Histórico de Guimarães*, Universidade Lusófona do Porto, 2012.
- [18] Veiga De Oliveira, E., Galhano, F. *Casas do Porto in Arquitectura Tradicional Portuguesa*. Publicações D. Quixote, Lisboa, 1992.

- [19] Fernandes, F. Barata. *Transformação e permanência na habitação portuense - As formas da casa na forma da cidade*. Publicações da FAUP, Porto, 1999.
- [20] Rodrigues, L. Manuel Pais. *Segurança Contra Incêndio em Edifícios no Centro Histórico do Porto*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.
- [21] <http://www.portovivosru.pt/verNoticia.php?noticia=512>. Acedido a 1 de Junho 2014.
- [22] Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA. *Projecto Base de Documento Estratégico, Unidade de Intervenção – Quarteirão 14030, Ponte Nova*. Porto, 2007.
- [23] Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA. *Projecto Base de Documento Estratégico, Unidade de Intervenção – Quarteirão 13009, São João*. Porto, 2008.
- [24] Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA. *Projeto Base de Documento Estratégico, Unidade de Intervenção – Quarteirão nº 13006, Ferreira Borges*. Porto, 2007.
- [25] Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA. *Documento Estratégico, Unidade de Intervenção – Quarteirão 13010, Feitoria Inglesa*. Porto, 2008.
- [26] Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA. *Projecto Base de Documento Estratégico, Unidade de Intervenção – Quarteirão 14032, Sementeira*. Porto, 2009.
- [27] <http://www.portovivosru.pt/mouzinho/flores/index.php?m=46>. Acedido a 1 de Março de 2014.
- [28] <http://www.portovivosru.pt/>. Acedido a 1 de Março de 2014.
- [29] Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA. *Projecto Base de Documento Estratégico, Unidade de Intervenção – Quarteirão 14012, São Domingos*. Porto, 2009.
- [30] <http://www.booking.com/hotel/pt/oporto-tourist-apartments-sao-domingos.pt-pt.html>. Acedido a 27 de Abril de 2014.
- [31] <http://www.protech.com.pt/site/index.php/reacao-ao-fogo-dos-materiais-de-construcao.html>. Acedido a 1 de Abril de 2014.
- [32] Porto Vivo, SRU – Sociedade de Reabilitação Urbana da Baixa Portuense SA. *Projecto Base de Documento Estratégico, Unidade de Intervenção – Quarteirão 14024, Corpo da Guarda*. Porto, 2007.
- [33] Fernandes, Ana. M.S. *Segurança ao Incêndio em Centros Urbanos Antigos*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2006.